ESTUDIOS DE GRABACION DE TV



NUEVAS TECNOLOGIAS

BIBLIOTECA DE ELECTRONICA/INFORMATICA



marcombo


NUEVAS
TECNOLOGIAS
BIBLIOTECA DE ELECTRONICA/INFORMATICA

ESTUDIOS DE GRABACION DE TV



Esta obra es una nueva edición actualizada y ampliada de la obra originalmente publicada por Marcombo, S.A. de Boixareu editores, con el título de «Aplicaciones de la Electrónica»

El contenido de la presente obra ha sido realizado por Marcombo, S.A. de Boixareu editores, bajo la dirección técnica de José Mompin Poblet, director de la revista «Mundo Electrónico»

Apartado de Correos 35432, Barcelona

ISBN 84-7634-485-6 (Obra completa)
ISBN 84-7634-529-8 (Vol. 21)
D. L.: B. 18457-1986

Impreso y encuadernado por
Printer industria gráfica sa   Provenza, 388   08025 Barcelona
Sant Vicenç dels Horts   1986

Printed in Spain

Estudios de grabación de TV

LA ELECTRONICA EN TELEVISION

Tal vez sea en la técnica de las comunicaciones, en sus diversos aspectos y actividades, donde la Electrónica representa en la actualidad un papel más relevante

De las titubeantes transmisiones realizadas en la segunda década de siglo, que eran captadas a muy pocos kilómetros, se ha pasado a la casi inconcebible proeza de transmitir imágenes desde la Luna y en poco más de cincuenta años se han sustituido los incipientes aparatos de galena por receptores de reducidísimas dimensiones pero de extrema



Aspecto que ofrece un plató de televisión (Televisió de Catalunya). Las cámaras recogen la escena desde diversos ángulos para captar todo lo que ocurre. La iluminación debe ser la adecuada a cada toma; de ahí que se regule con arreglo a las necesidades de cada momento.

selectividad, capaces de anular obstáculos geográficos y orográficos que se creían insuperables.

Tan sólo por medio de la Electrónica ha sido posible resolver los inconvenientes que se oponían a la difusión a distancia de imágenes animadas, aspiración de investigadores y sueño de la Humanidad. El advenimiento del tubo de rayos catódicos, obra de técnicos de distintas nacionalidades aunados por el amor al progreso, ha permitido superar los múltiples escollos existentes.

Hace muy pocos años D. Sarnoff, el creador de RCA expuso su creencia de que en el porvenir se dispondría de televisores planos, susceptibles de ser colgados de la pared a manera de cuadros, que contaríamos con la televisión tridimensional, con la proyección de las imágenes en pantallas de gran tamaño, con televisores de bolsillo, y ya hemos llegado a ello.

No existen limitaciones en el porvenir de la Electrónica y en esta obra no sólo pretendemos capacitar al lector para que se halle en condiciones de acoger y asimilar todas y cada una de ellas, sino también para que se inicie en su estudio a fondo, considerando que uno de sus aspectos más relevantes es el que se refiere a la Televisión, tal vez una de sus más espectaculares aplicaciones.

GRABACION DE TELEVISION

En el desenvolvimiento de la televisión tenemos un ejemplo de cómo la cooperación de sabios e inventores de varios países ha permitido alcanzar resultados plenamente satisfactorios que permiten abrigar fundadas esperanzas de que incluso serán superados en corto espacio de tiempo.

La transmisión de imágenes a distancia ha constituido más que un deseo, una necesidad, y en muy breve espacio de tiempo se han resuelto todos los inconvenientes que se oponían a su difusión comercial, beneficiándose toda la Humanidad de los trabajos realizados por eminentes investigadores.

De manera muy resumida pasaremos a describir los métodos mecánico-eléctricos que han venido empleándose, muchos de ellos todavía en plena vigencia, para pasar, ya con mayor detalle, al estudio de los sistemas totalmente electrónicos que se utilizan para que lleguen hasta la

pantalla del televisor las escenas recogidas en los estudios de la emisora o en las captaciones directas realizadas en exteriores, detallando los sucesivos procesos que se llevan a cabo para la transformación de los impulsos luminosos de diferente intensidad en corrientes eléctricas, que son lanzadas al espacio en forma de ondas y, posteriormente, nos referiremos a la alteración que experimentan estas ondas para ser convertidas nuevamente en una fiel reproducción de las escenas captadas.



Parte superior de Torrespaña (Madrid), en donde se ubican los estudios centrales de Televisión Española.

DESCOMPOSICION DE LA IMAGEN

En la totalidad de sistemas existentes actualmente, tanto si se trata de transmitir imágenes fijas como escenas en movimiento, debe procederse a la descomposición de las

mismas dentro de un tiempo límite, lo que hizo descartar cualquier sistema estrictamente mecánico que no permitía cumplimentar esta necesidad.

Exploración de la imagen

Todos los sistemas de transmisión de imágenes a distancia (incluso mediante cable) bien se trate de combinar las técnicas mecánica y electrónica, o se usen las de tipo



Cámara de televisión de amplias prestaciones. Una de sus características más importantes es la incorporación de microprocesadores, lo que permite conseguir una calidad excepcional de la imagen captada.

estrictamente electrónico, se fundamentan en la descomposición de la escena o imagen que se transmite. El proceso se realiza en idéntica forma que lo hace el ojo, es decir, empezando por la línea superior para interpretar consecutivamente cada una de sus partes constituyentes, recorriéndola con más o menos celeridad, siempre de izquierda a derecha, hasta llegar a su final, pasando con rapidez al punto

inicial de la línea siguiente para así, de manera sucesiva, irlas recorriendo hasta llegar a la línea final. Este proceso se designa bajo el nombre de *exploración de la imagen,* lo cual equivale a análisis de la imagen.

Cualquiera que sea el sistema de transmisión de imágenes a distancia actúa exactamente de esta forma y cuando el haz explorador llega a la parte inferior de la superficie analizada, si el análisis es efectuado por un sistema electrónico, regresa al punto inicial o sea a la parte superior de la imagen para repetir el proceso, que se realiza a una velocidad nunca inferior a unas *25 veces por segundo.*

Transmisión de imágenes fijas

Aparte de sus puntos de analogía con la modalidad de transmisión de imágenes por medio de ondas hertzianas, es conveniente hacer una breve mención de estos sistemas todavía en vigor y gracias a las cuales los periódicos pueden

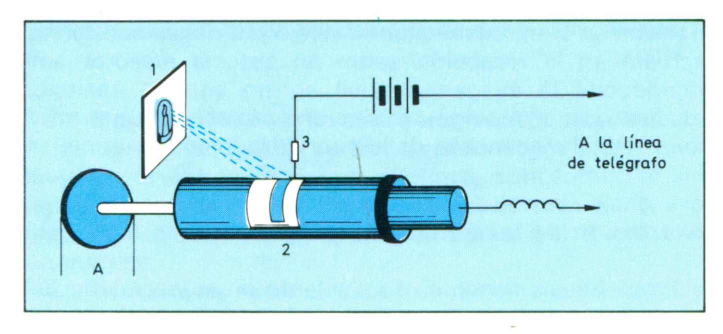


Figura 4. Actuación del belinógrafo, sistema de transmisión de imágenes fijas por vía telegráfica. La célula fotoeléctrica (1) dirige sus rayos sobre la imagen a transmitir, fijada sobre un rodillo (2) puesto en movimiento por acción mecánica. Las excitaciones luminosas recayentes en la imagen a transmitir se convierten en impulsos captados por el estilete (3), y convertidas en corriente eléctrica.

reproducir las fotografías de su interés. Su funcionamiento tiene como base el empleo de una célula fotoeléctrica que, por sus principios de funcionamiento, entra de lleno en el campo de la Electrónica.

En la técnica del *belinógrafo*, conforme se emplea en todo el mundo, hallamos las características fundamentales de todos los sistemas de fototelegrafía y de televisión, a saber: exploración de la imagen por líneas sucesivas, sincronismo entre el dispositivo explorador en la emisión y el que ha de

recibir el resultado del análisis, también es destacable la adopción de incipientes medios electrónicos para realizar este proceso transmisor-receptor.

El belinógrafo

No existe variación fundamental entre la primitiva realización de Belin y los sistemas empleados actualmente, cuyo principio de funcionamiento puede apreciarse en la figura 4). En este procedimiento, una fotografía dispuesta sobre un rodillo que gira a una velocidad uniforme muy reducida es leída o analizada por una célula fotosensible, en tanto que dicho rodillo experimenta un desplazamiento sobre sí mismo y otro en sentido lateral.

Este análisis helicoidal equivale a descomponer la imagen en una elevada cantidad de líneas, espaciadas entre sí con arreglo al paso del disco A. A lo largo de cada una de estas líneas la célula proporciona una señal eléctrica que depende de la intensidad luminosa reflejada en cada instante por el punto elemental que es explorado en la imagen. Esta señal, transmitida bien sea mediante cable o por ondas hertzianas, actuará en la recepción sobre un sistema receptor que reproducirá la imagen original en un soporte análogo, animado por un movimiento sincronizado con el que se haya impuesto al mecanismo de lectura de la imagen original.

Actuación de las células fotoeléctricas

Estas células tienen su fundamento en la valoración del *efecto fotoeléctrico,* que consiste en la emisión de electrones bajo el influjo de la luz, proceso que también es conocido con el nombre de *fotoefecto exterior,* y que se aprovecha en varias aplicaciones prácticas de la electrónica (emisión, recepción, cinematografía, etc.).

Su variación de conductividad o fotoconductividad consiste en un cambio de sus características bajo el efecto de la luz, lo que se denomina *fotoefecto interior,* en tanto que la fotoemisión consiste en la producción de una fuerza electromotriz al recibir rayos luminosos.

Es corriente denominar célula fotoeléctrica a cualquier elemento fundamentado en fenómenos que pongan de

manifiesto la emisión de electrones bajo una influencia luminosa (figura 5). Están integradas por una ampolla de vidrio, en cuyo interior se han dispuesto dos electrodos: el cátodo fotoeléctrico sensible a la luz, de bastante superficie y que suele presentar forma semicircular y el ánodo o placa, de tamaño mucho más pequeño. Las dimensiones del conjunto no sobrepasan a las de una válvula termoiónica de tipo miniatura.

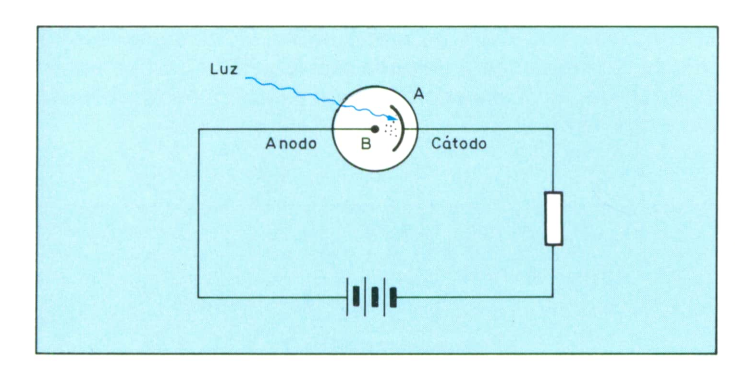


Figura 5. Principio de las células fotoeléctricas. La incidencia de rayos luminosos sobre un cátodo (A) revestido de sustancias fotosensibles motiva el desprendimiento de electrones, que van hacia el ánodo o placa (B); la corriente que aparece, sigue las variaciones de la luz.

La capa sensible a la luz está siempre dispuesta hacia la mitad de la parte interna de la ampolla y sobre una lámina metálica. El ánodo, de forma cilíndrica, concéntrico al eje longitudinal de la unidad, tiene una actuación semejante a la placa de cualquier válvula a cátodo caliente o al colector de un transistor.

La luz que recae sobre el cátodo tiene como consecuencia una emisión electrónica, es decir que los fotones incidentes motivan el desprendimiento de electrones que son atraídos por el ánodo en virtud de su polaridad opuesta, motivándose una corriente variable, es decir modulada, de pequeño valor pero que puede ser objeto de amplificación.

El cátodo de las células de emisión fotoeléctrica es de complicada construcción. Generalmente se utiliza una capa muy fina de plata oxidada como elemento sustentador de la superficie emisora compuesta por metales alcalinos, por ejemplo cesio, que se vuelven más activos por oxidación o se hacen más ricos en electrones combinados con antimonio.

Tanto por el hecho de que sus reacciones resultan lentas

para satisfacer los requerimientos de la moderna técnica, como con miras a cumplimentar las imperantes exigencias de miniaturización, la célula fotoeléctrica clásica va siendo reemplazada por unidades de selenio y fotodiodos que actúan bajo regímenes de trabajo extremadamente reducidos. En la figura 6 se ha reproducido un elemento fotoeléctrico de selenio. Sobre la plaquita metálica *a*), aproximadamente de un milímetro de grosor, se ha depositado una capa de selenio *b*) que, mediante procesos especiales, se ha modificado para aumentar su sensibilidad a la luz. Encima hay una capa de metal noble (generalmente oro) que es tan sumamente delgada que llega a la transparencia. El aro de metal *d*) sirve de conexión a la capa permeable a la luz y que también actúa en calidad de contacto.

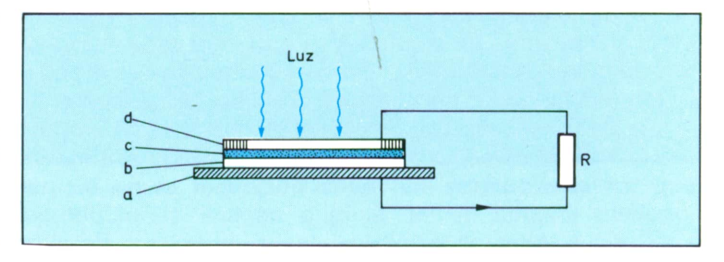


Figura 6. Sobre una placa metálica de hierro extremadamente delgada (a) se ha soldado una leve capa de selenio (b), que es sensible a los rayos luminosos. Encima hay una capa de oro (c) muy delgada y transparente. La cuarta capa (d), es un aro de metal para ejercer contacto, pudiéndose medir una tensión entre (a) y (b).

Cuando llega luz a la capa de selenio se produce una tensión entre la plaquita *a*) y el aro *d*), fluyendo una corriente en la dirección indicada. La célula, que generalmente es circular, se instala en una carcasa o armazón aislante, provista de bornes de conexión o de clavijas.

Análisis electromecánico

El sistema detallado anteriormente sigue en plena vigencia para la transmisión de imágenes fijas y los diversos belinógrafos que vienen utilizándose no se apartan en su aspecto general de la descripción efectuada. A continuación procederemos al estudio de los sistemas para la exploración de las imágenes en movimiento a base de los métodos mecánico-electrónicos, empleados todavía cuando la transmisión de imágenes no se halla condicionada por la

necesidad de efectuarla en un espacio de tiempo limitado y de manera muy concreta a base de circuito cerrado, es decir, de mantener unidos por medio de conductores el circuito emisor con el receptor.

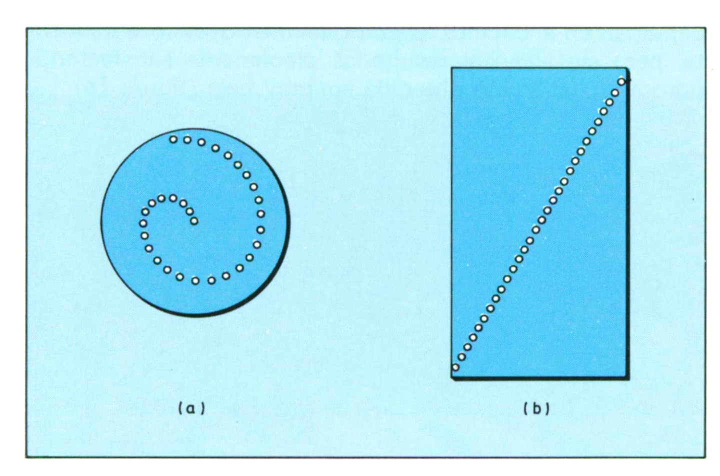


Figura 7. a) Disco de Nipkow. Enfrentada con la imagen a transmitir, una célula generadora de tensión con arreglo a las excitaciones luminosas recibidas la iluminaba, lográndose una corriente modulada en función de la intensidad de la luz en cada punto explorado, consiguiéndose una sensación de movimiento pero con poca definición. Este sistema se halla en vigencia, de manera especial, en aquellos casos en que se trata de analizar una escena que requiera poco detalle, como en los sistemas de transmisión mediante circuito cerrado;
b) Modificación del sistema de Nipkow: la placa metálica dispone de unos 30 orificios que permiten el paso de los rayos de luz que exploran la imagen a transmitir. Adolece de los inconvenientes de inercia mecánica que impide lograr una buena definición de la escena o imagen analizada.

Tenemos en primer lugar el sistema de Nipkow, consistente en un disco metálico que al ponerse en movimiento, a intervalos más reducidos que la duración de la persistencia de la imagen en la retina, deja paso al haz luminoso, generado por una célula fotoemisiva que recorre de manera consecutiva las líneas constituyentes de la imagen analizada, en tanto que en la estación receptora, estrictamente sincronizada con la de emisión o exploración, se llega a reconstituir la imagen merced a la actuación de otro disco análogo, figura 7*a* y que se halla relacionado con otra célula, en este caso de fototensión.

Este sistema, a pesar de su ingeniosidad, adolecía de bastantes inconvenientes, ya que, incluso empleando células fotoeléctricas bastante sensibles, no era posible cumplimentar la necesidad de llevar a buen fin el proceso exploración-reconstrucción de la imagen en forma satisfactoria, al no poder superar la inercia característica de un sistema mecánico.

A título orientativo y acerca de los trabajos realizados para

la transmisión de imágenes a distancia en los que se hacía uso en mayor o menor escala de sistemas electrónicos, citaremos el método consistente en proyectar la imagen a transmitir sobre un vidrio deslustrado, que permitía el agrandamiento de sus dimensiones, pudiéndose descomponer en treinta imágenes dispuestas diagonalmente que se captaban en el circuito receptor, reconstruyéndose fielmente, pero sin alcanzar resultados plenamente satisfactorios porque la definición obtenida era muy baja (figura 7*b*).

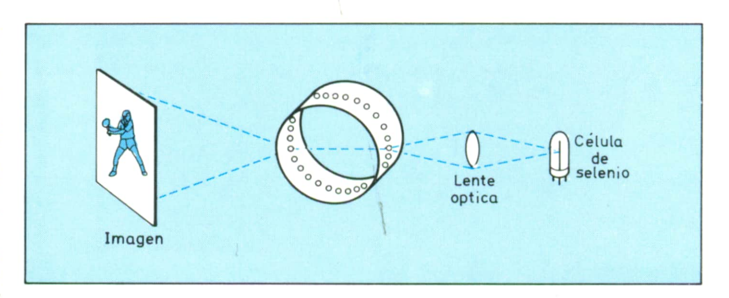


Figura 8. Tambores de Bart. Realización de un sistema de análisis de una imagen fija o en movimiento en el que también se hace uso de una lámina opaca. Esta lámina tiene una forma cilíndrica que permite lograr mejor definición, con referencia a los sistemas precedentes, de manera especial en el caso de emplear células fotoeléctricas de silicio. Difícilmente permite realizar un análisis superior a 180 líneas por segundo.

Tampoco el sistema de tambores de Bart, realizado hacia 1930 y cuyas características se aprecian en la figura 8, proporcionó resultados plenamente satisfactorios, ya que en este sistema el número de líneas que podían ser analizadas en el espacio de tiempo de un segundo no era muy elevado, a pesar de haber conseguido una mejora sobre los sistemas precedentes. Tal vez el inconveniente principal consistía en su mayor tamaño, lo que determina que, a pesar de sus ventajas sobre el sistema de discos en cuanto afecta a la mejor definición de las imágenes, se emplee de manera preponderante el sistema de Nipkow, sin descartar la adopción, para determinadas aplicaciones, del realizado por Bart.

El haz electrónico

Con los sistemas que hemos descrito no era posible superar el ritmo de exploración de 180 líneas en el espacio de un segundo, obteniéndose una definición muy alejada de la realidad, como puede apreciarse sabiendo que con las

normas actuales la definición ha llegado a 819 líneas con resultado plenamente satisfactorio o incluso por encima de 1.000 líneas en los tubos de alta definición. En España, el sistema adoptado se fundamenta en la exploración de 625 líneas, siguiendo la tendencia a preferir una disminución en el régimen analizador, con miras a simplificar los circuitos del receptor, reduciendo su coste.



En los estudios de televisión existen dispositivos capaces de impresionar letras o signos a voluntad; son los insertadores o tituladores de pantalla, basados en sistemas digitales y microinformáticos.

A pesar de haberse logrado algunas mejoras al adoptar células fotoeléctricas de mayor sensibilidad y de simplificar la parte mecánica del equipo analizador, no cabían muchas posibilidades de llegar a resultados convincentes, en tanto no se dispusiese de un medio carente de inercia y capaz de actuar con mayor rapidez.

La aplicación a la televisión de los tubos productores de un haz electrónico ha permitido superar la práctica totalidad

de inconvenientes. El haz electrónico constituye el pincel ideal, al actuar en la exploración de la imagen de igual manera que lo haría un haz óptico de extremada finura que pueda dirigirse con precisión y ser orientado con rapidez, aparte de que la inercia de los electrones resulta prácticamente nula en su relación con la velocidad de sus desviaciones.



Control de realización en un estudio de televisión. Desde esta sala se gobierna todo el proceso de grabación, controlando todas las cámaras y cada uno de los micrófonos instalados en el plató. Centro de TV de la Autonomía gallega. (Cortesía: PESA).

En el punto inicial del proceso de transmisión de las imágenes, se encuentra siempre un medio analizador de sus características luminosas, y en el sistema electrónico, que se utiliza en la actualidad, hallamos un tubo de rayos catódicos de características especiales que se conoce como tubo de cámara, cuya misión estriba en transformar la imagen óptica que puede abarcar en una imagen eléctrica, susceptible de ser amplificada, utilizable para modular una onda portadora siguiendo de manera estricta los métodos empleados en radiodifusión.

Todos los tubos de rayos catódicos que se hacen trabajar para la toma de imágenes o, lo que es lo mismo, para el análisis de sus características, se fundamentan en el efecto fotoeléctrico. En el presente caso, partiendo de las alteraciones que pueden ser impuestas a un flujo de rayos que se origina en el cátodo de un tubo y dirigiéndolo de manera automática hacia el objetivo adecuado.

Efecto fotoeléctrico

Becquerel descubrió en 1839 el *efecto fotovoltaico,* consistente en que la luz puede dar motivo a una reacción química que se traduzca, a su vez, en una corriente eléctrica, observación que fue ampliándose con el descubrimiento de que ciertas sustancias experimentaban cambios en sus características y emitían electrones a consecuencia del influjo de la luz.

En los modernos tubos catódicos empleados en televisión se recurre a uno de estos dos fenómenos: el *efecto fotoemisivo* o el *efecto fotoconductor,* habiéndose desechado el efecto fotovoltaico, que presenta una notable inercia debido al tiempo que se requiere para el retorno al estado inicial después de la excitación, tiempo demasiado importante para las cadencias requeridas en la toma de imágenes en movimiento.

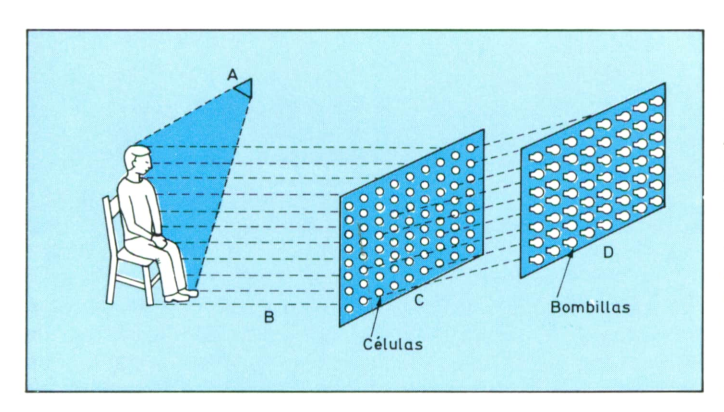


Figura 11. El sujeto cuya imagen debe ser televisada es intensamente iluminado por el foco (A), y los rayos luminosos que fluyen del mismo (B) por reflejo, llegan a un panel constituido por células fotoeléctricas (C), en relación con bombillas eléctricas y cada una con la célula correspondiente. Con ello, en el panel (D) se logra una reproducción exacta de la imagen.

Se han podido seleccionar los metales alcalinos (litio, sodio, potasio, rubidio y cesio) que son más sensibles a los efectos de la luz. Entre ellos, el cesio presenta una curva de sensibilidad cuyo nivel máximo se sitúa alrededor de la longitud de onda correspondiente al color verde, que es la más cercana a la perceptible por el ojo humano, lo que ha determinado la elección de este metal para su empleo en los tubos de cámara.

Disponiendo sobre el cesio una ligerísima capa de plata y

sobre ésta otra de antimonio, se obtiene una aleación de elevada sensibilidad. Además, la corriente residual en ausencia de excitación luminosa, que se caracteriza por el ruido de fondo resultante, resulta ínfima.

Mosaico fotoeléctrico

Uno de los sistemas preconizados para la transmisión de imágenes en movimiento se ilustra en la figura 11 y consistía en la disposición frente a la escena a transmitir, que debe estar intensamente iluminada, de un panel equipado con la mayor cantidad posible de células fotoeléctricas, cada una de las cuales transformaba la energía luminosa que recibía en una corriente eléctrica de distinta intensidad transmitiéndola a una bombilla con la que estaba en relación.

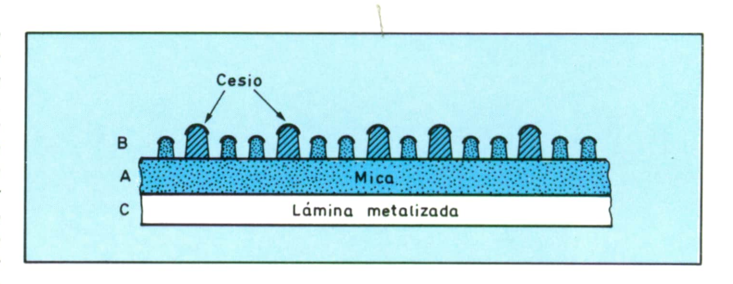


Figura 12. Mosaico fotovoltaico. La plaquita de mica A que actúa en calidad de dieléctrico, separa la superficie o capa (B) de la lámina metálica (C), constituyendo en conjunto un condensador cuyas dos armaduras se encuentran a diferente potencial. Las descargas que se originan hacen posible la transformación de la luz en excitaciones eléctricas.

Cualquiera que sea el material fotosensible utilizado en el tubo analizador, éste realiza el cometido de transformar la imagen luminosa que se ha constituido en su superficie en una imagen eléctrica de características análogas a las informaciones obtenidas, empleando para ello un haz explorador que recoge la luminosidad de cada punto de la imagen analizada.

A semejanza del panel reproducido en la figura anterior, este electrodo sensibilizado, expuesto en la figura 12, está constituido por un panel o plaquita de material dieléctrico, (generalmente mica) cuyo espesor es inferior a tres décimas de milímetro. Una de sus superficies está recubierta de una capa de plata con un espesor uniforme y elevada conductividad. En la superficie opuesta se ha dispuesto, mediante un proceso de pulverización, una considerable cantidad de

gotitas de una sustancia con base argentífera, separadas entre sí. En un tratamiento posterior se vaporiza sobre cada una de estas gotitas una capa muy liviana de cesio, con lo que cada gota queda convertida en un minúsculo cátodo fotoemisor independiente de las que la rodean.

Al proyectarse sobre la superficie fotosensible la imagen que se ha sometido a análisis, cada una de las gotitas elementales de este *mosaico* emite una cantidad más o menos elevada de electrones, en relación con el grado de



Varias cámaras con pedestal rodante para utilización en estudios de grabación de televisión. En este tipo de trabajo, interesa que la cámara posea una gran movilidad.
(Cortesía: TVE).

luminosidad del punto de la imagen que le corresponda. Debido a que cada gotita de cesio forma un condensador de muy reducida capacidad con la placa metalizada, dispuesta a potencial positivo, este conjunto de condensadores microscópicos adquiere una carga diferente, lográndose la formación de una imagen eléctrica que corresponde a las características de la imagen analizada.

TUBOS DE CAMARA A ELECTRONES RAPIDOS

En la figura 14 queda representado el modelo fundamental de tubo explorador, conocido como iconoscopio de Zworykin que se presenta bajo la forma de un tubo cilíndrico al que se ha agregado, en uno de sus extremos, un bulbo unido al cañón electrónico. En la pantalla captadora existe el mosaico de microscópicas células fotoemisivas.

Cuando inciden las excitaciones lumínicas correspondientes a la imagen explorada sobre cada uno de los condensadores, se producen cargas eléctricas adecuadas dando lugar a la liberación de electrones.

Sobre el mosaico se dispone de zonas extremadamente

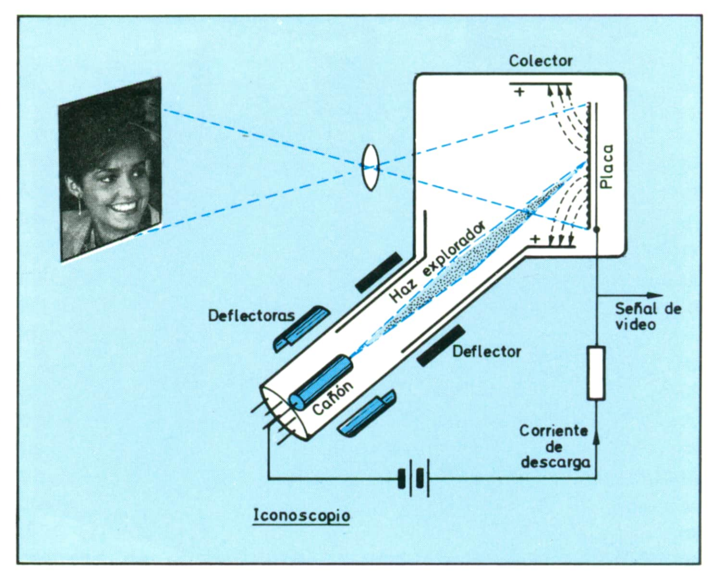


Figura 14. Iconoscopio de Zworykin. Realización fundamental de tubo de cámara para la exploración electrónica de la imagen en movimiento. El mosaico electrónico se incorpora sobre una placa de mica, los granos que lo forman son de cesio u óxido de plata y están aislados entre sí. La figura se proyecta sobre ellos por medio de un sistema óptico, lográndose la emisión de una elevada cantidad de electrones secundarios atraídos por el ánodo. El cañón del iconoscopio, rodeado de las bobinas deflectoras o de enfoque, permite dirigir el rayo para que explore la totalidad del mosaico.

positivas, que corresponden a las de mayor luminosidad de la imagen explorada, en tanto que las hay de potencial nulo o de escaso valor positivo con relación al ánodo colector, correspondiendo estas últimas a las partes escasamente iluminadas de la imagen. Conforme el pincel electrónico va analizando, podemos decir "barriendo", cada uno de los puntos sensibilizados del mosaico fotosensible, cada gotita de cesio procede a la recuperación de los electrones que necesita para mantenerse al potencial nulo con relación al ánodo colector y los electrones excedentes del haz son atraídos también por este ánodo.



Mesa de control de sonido de un centro de producción de programas de TV. Deberá tenerse en cuenta el comportamiento y regulación de cada uno de los micrófonos que se han instalado. (Cortesía: TVE).

Cuando el flujo electrónico ha ido pasando metódicamente por la totalidad de la superficie sensibilizada, la imagen eléctrica se anula, por quedar a un potencial neutro cada una de las partículas constituyentes, una vez que la descarga de estos condensadores microscópicos ha motivado variaciones de tensión que constituyen la señal de videofrecuencia o señal de imagen.

Emisión secundaria

El funcionamiento real de la mayor parte de tubos exploradores y concretamente del iconoscopio, es bastante

más complejo que lo que pueda hacer suponer el sucinto análisis que hemos realizado, existiendo algunos inconvenientes que han sido resueltos casi por completo. En primer término, existe una emisión de electrones secundarios bajo el impacto del haz y, además, se ha generado una nube espacial, constituida por los electrones emitidos por el efecto fotoeléctrico, que no llegan a ser captados en su totalidad por el ánodo colector.

Estos fenómenos, dan origen a variaciones de potencial de la capa sensibilizada en cada una de sus partículas constituyentes y en diferente grado, dando lugar a algunas alteraciones en la imagen que aparecen bajo la forma de manchas y que deben ser corregidas en el proceso de amplificación de video.

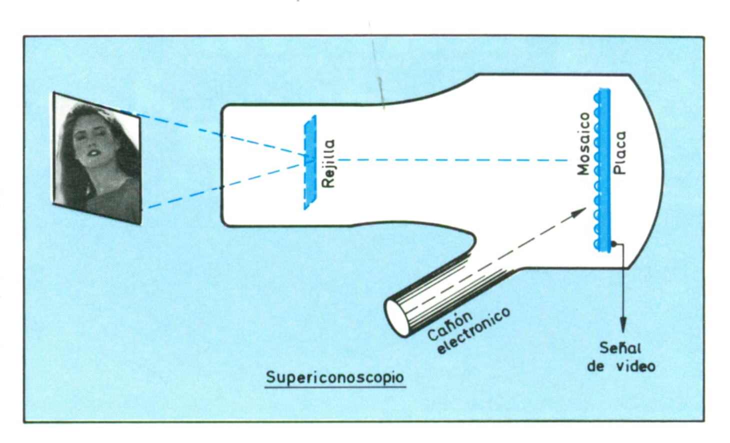


Figura 16. El supericonoscopio, también conocido como iconoscopio imagen, a pesar de inspirarse en los mismos principios que el iconoscopio, se caracteriza por una sensibilidad mucho más elevada. Esta sensibilidad se consigue mediante un nuevo electrodo que actúa en calidad de rejilla de control sobre la emisión secundaria.

Por otra parte, el barrido se realiza de manera discontinua y siempre en el mismo sentido, de izquierda a derecha y desde arriba hacia abajo, lo que motiva que la mayor parte de los electrones constituyentes de esta emisión secundaria sean captados por los puntos que acaban de ser explorados y que han perdido una parte de su positividad con lo que aparece un brillo parasitario hacia la parte inferior de la imagen y muy concretamente tocando el borde derecho.

Estos inconvenientes, inherentes de manera muy concreta al iconoscopio, han obligado al perfeccionamiento del mismo con miras al aumento de la sensibilidad de este tubo analizador así como a eliminar el exceso de brillo.

ICONOSCOPIO IMAGEN

En este tipo de tubo explorador, representado en la figura 16, también designado como *supericonoscopio*, el mosaico actúa mediante la emisión secundaria. Una película fotoeléctrica semi-transparente, constituida a base de cesio sobre una base de plata y sometida a un proceso oxidante, se



Cada uno de los monitores de una sala de realización, recoge la imagen suministrada por una cámara. El realizador puede escoger la imagen más idónea del estudio que está controlando, una grabación de video que desea incorporar o mezclar, o la imagen de un estudio contiguo, si lo cree conveniente. (Cortesía: TVE).

aplica en la cara de entrada óptica del tubo. Bajo la acción de la luz incidente se obtiene la emisión de electrones que son acelerados a causa del campo creado por el ánodo colector y dirigidos al mosaico sensibilizado por medio de una lente electromagnética. Cada uno de los puntos de la superficie fotosensible en el que ha sido proyectada la imagen óptica corresponde a un punto del mosaico en el que se forma la imagen eléctrica.

La estructura del mosaico es la misma que en el iconoscopio, pero el material integrante de las partículas de este tubo se caracteriza por un elevado poder emisivo y de reacción secundaria, conjuntamente con un reducido efecto fotoeléctrico.

El resto del proceso de formación de la imagen electrónica sobre el mosaico y su borrado es el mismo que en el iconoscopio y en la totalidad de tubos exploradores, pero se

logra una sensibilidad más elevada de la capa fotoemisora, debido a que el impacto de cada electrón incidente provoca el desprendimiento de bastantes electrones secundarios.

EL FOTICON

En el tubo de tipo *foticón,* con miras a la obtención de un reparto lo más uniforme posible de los electrones secundarios, se ha completado el conjunto que constituye el supericonoscopio por medio de una capa fotoemisiva depositada en la pared interna del tubo y cerca del mosaico (figura 18) que recibe la denominación de fotocátodo auxiliar. Está excitada, de manera constante, por la luz procedente de pequeñas lámparas exteriores al tubo cuya intensidad puede ser regulada.

Los electrones emitidos por este fotocátodo auxiliar, se dirigen hacia el mosaico por medio de dos electrodos dispuestos convenientemente para que coincidan con el extremo del barrido de las líneas, con lo que el potencial de base de los diferentes puntos del mosaico queda regulado y se logra una mayor estabilidad.

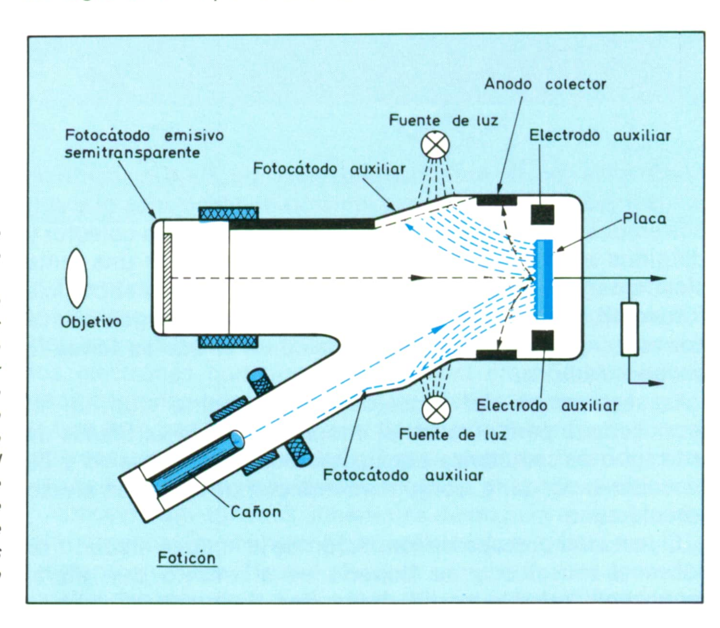
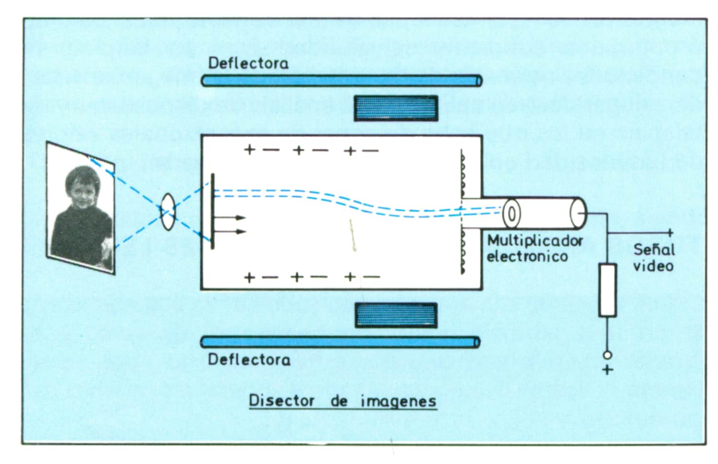


Figura 18. El foticón. Este tubo analizador de electrones rápidos, permite una distribución uniforme de los electrones secundarios; añade un fotocátodo auxiliar consistente en una capa fotoemisiva dispuesta en la parte interna de la ampolla, cerca del mosaico, esta capa se excita permanentemente por la luz que emana de pequeñas lámparas externas al tubo, y cuya intensidad es regulable.

Por este proceso analizador se consigue la anulación del brillo parásito de los bordes de la imagen, pero no llega a lograrse la supresión de las manchas iónicas que deben seguir siendo eliminadas en el transcurso del proceso de amplificación de la señal de video.

DISECTOR DE IMAGENES

Es otro de los tubos de cámara, integrante del grupo de analizadores a electrones rápidos, que se caracteriza por no incluir cañón electrónico. Está constituido por un cilindro de vidrio, con un extremo recubierto por una delgada capa de material fotoemisivo, mientras que el otro se halla en relación, mediante un diafragma, con otro cilindro de diámetro más reducido que incluye un multiplicador de electrones.



Disector de imágenes. Se caracteriza por la supresión del cañón electrónico. Lo forman varias placas recubiertas de una sustancia de elevada emisión secundaria. Las placas quedan dispuestas en serie, siguiendo el eje del cilindro y cada una de ellas a un potencial cada vez más elevado. La utilización de diez placas hace posible la elevada ganancia que caracteriza a este tubo.

Este dispositivo se compone de cierto número de placas recubiertas de una sustancia de elevada emisión secundaria, dispuestas en serie siguiendo el eje del tubo; cada una de ellas ha sido llevada a un potencial positivo más elevado. Cuando el electrón llega a la primera placa motiva, por emisión secundaria, la salida de diez electrones (por fijar un dato) que se encaminan a la segunda placa; a su vez, ésta

emitirá 100 electrones hacia la tercera y asi sucesivamente hasta llegar al ánodo terminal en donde se recoge la señal amplificada. En el caso de emplearse diez etapas a base de esta modalidad se consigue una ganancia equivalente al potencial inicial amplificado hasta nueve veces sobre el valor inicial.

Los electrones procedentes del cátodo fotosensible, aumentan su velocidad merced al ánodo acelerador, formado por la pared interna metalizada del cilindro, y se dirigen hacia el fondo del tubo.

Bajo la acción de los dos campos orientados perpendicularmente entre sí, uno de los cuales varía con arreglo a la cadencia del barrido de las líneas y el otro a la del barrido de las tramas, los electrones procedentes de los distintos puntos del cátodo se introducen en la sección amplificadora, pasando por el diafragma, y motivan la reacción en cascada que hemos descrito.

El disector de imágenes consiguió resolver los inconvenientes de los restantes tubos de electrones rápidos, pero no proporciona suficiente sensibilidad para su empleo en condiciones normales de iluminación de la imagen analizada, relegándose su aplicación al análisis de diapositivas y de telecine en los que cabe disponer de excepcionales valores de luminosidad aplicada a la película explorada.

TUBOS ANALIZADORES A ELECTRONES LENTOS

Los tubos de cámara más empleados en la actualidad son el *orticón,* también conocido como *ortinoscopio,* y el *orticón-imagen,* aun cuando se han realizado otros tipos, alguno de los cuales no ha llegado a superar las pruebas del laboratorio.

El orticón

Este tubo analizador, cuya constitución se ilustra en la figura 20 tiene un mosaico fotoemisivo dispuesto contra la parte anterior y formado por una placa sumamente delgada y transparente cuya superficie conductora constituye la placa de señal. Al contrario de lo que sucede con la estructura de los tubos de aceleración electrónica, esta placa de señal se halla enfrentada hacia la luz incidente. La imagen de la

escena que se explora se halla focalizada, por transparencia, en la superficie de la capa fotoemisiva.

Bajo el efecto de la excitación luminosa, esta capa experimenta una pérdida de electrones que son captados por el electrodo retardador y, como consecuencia, se logra la formación de una imagen electrónica.

Los electrones integrantes del pincel analizador, convenientemente acelerados, son frenados a su llegada al electrodo retardador, de tal manera que su velocidad llega a ser casi nula y se dirigen perpendicularmente hacia la capa fotoemisiva a la que llegan sin dar origen a una emisión secundaria. Una parte de los electrones, proporcional a su potencial positivo en sus respectivos puntos de impacto, es captada por la placa sensible correspondiendo este valor a la excitación luminosa recibida.

La señal de videofrecuencia está constituida por las sucesivas corrientes de descarga producidas por el paso del pincel electrónico y con arreglo a sus variaciones. El potencial de reposo de un punto que no ha recibido impacto, o inmediatamente después de la descarga motivada por la actuación del haz, es estrictamente el del cátodo electrónico dado que la emisión secundaria es prácticamente nula.

Orticón-imagen

En algunos casos es denominado *imagen-orticón*, siendo

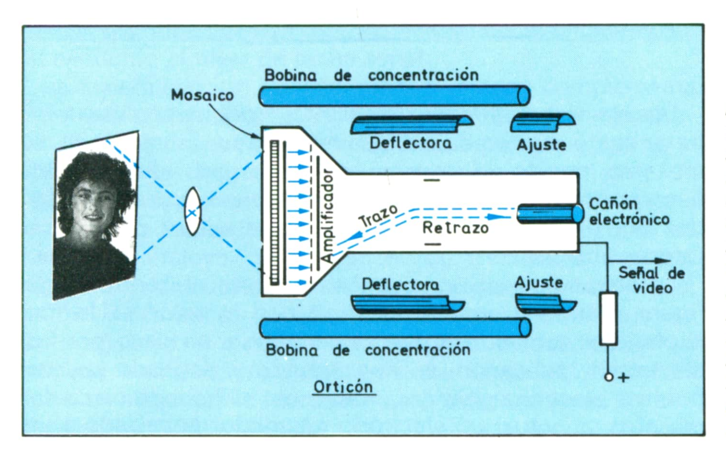


Figura 20. Orticón. También conocido como superorticón. La escena a transmitir se localiza sobre el fotocátodo transparente existente en la parte interior de la placa frontal, dando lugar a la emisión secundaria.
La sensibilidad de este tubo para la toma de imagen es comparable a la del ojo humano, siendo adecuado para blanco y negro o color.

el lógico sucesor del iconoscopio-imagen, perfeccionado con las ventajas del orticón y una vez eliminados los inconvenientes de ambos tubos, aun cuando su estructura es bastante compleja y delicada. Conforme se aprecia en la figura 21 está constituido por tres secciones, cuyas funciones son netamente distintas.

La primera, a la izquierda de la figura, asegura la transferencia de la imagen electrónica, constituida sobre un fotocátodo, hasta hacerla llegar a una ligerísima placa de vidrio, ligeramente conductora debido a la disolución de sales metálicas.

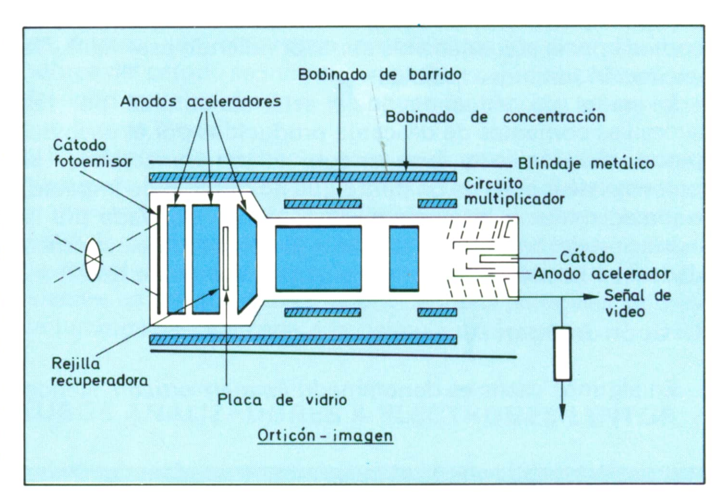


Figura 21. Orticón imagen. Los electrones emitidos por el fotocátodo, son acelerados por la acción de varios ánodos concentradores y de las bobinas productoras de campos electromagnéticos, recayendo en el mosaico para producir cargas positivas, a causa de los electrones secundarios que se captan por una rejilla de mallas extremadamente finas, muy cercana a la capa sensibilizada. Se caracteriza por los dinodos que forman un circuito multiplicador.

Los electrones emitidos por el fotocátodo se someten a un tratamiento acelerador direccional y su impacto en el mosaico motiva la formación de cargas positivas por desprendimiento de electrones secundarios, que son captados por una rejilla intercalada a pocas micras de la capa fotosensibilizada.

La segunda sección, que corresponde al centro de la figura, mantiene notable analogía con el orticón. Un haz explorador sometido a una aceleración a su paso por los electrodos del cañón, es concentrado y desviado por las bobinas electromagnéticas, finalmente es frenado cerca del mosaico, al actuar un electrodo retardador polarizado a un

potencial positivo extremadamente bajo. Entonces llega a alcanzar la parte posterior del mosaico donde se ha formado por difusión la imagen electrónica, con una velocidad adquirida por la aplicación de una tensión muy reducida.

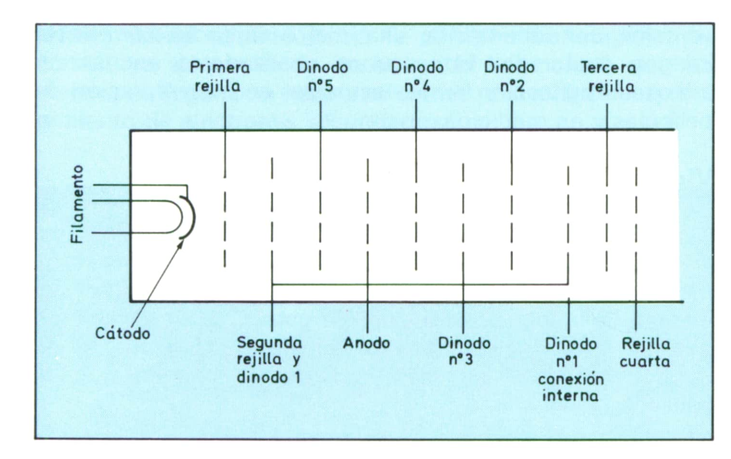


Figura 22. Disposición de los electrodos del orticón-imagen. La disposición de los electrodos multiplicadores, dinodos, conectados en serie, hace posible su empleo en la exploración de escenas escasamente iluminadas. Aparte de ello, la agitación térmica es mucho más reducida y mejora la relación señal/ruido.

El proceso de borrado o anulación de los potenciales positivos es el mismo que en el orticón, pero la señal de video no es recogida aún. Para ello, se requiere la actuación de los electrones del haz, no captados por la placa sensitiva, que se dirigen hacia el último ánodo de aceleración del cañón, con un potencial positivo más elevado, el cual actúa aumentando el nivel de dicha señal.

La tercera sección de tubo orticón-imagen complementa el cometido multiplicador del cañón electrónico; la constituye un *multiplicador de electrones,* cuya primera etapa es el último ánodo de aceleración, que realiza el cometido de "aspirar" y captar los electrones excedentarios del haz, una vez ha sido realizada la exploración. Este multiplicador de electrones incluye cierto número de electrodos anulares (figura 22), dispuestos en serie y en sentido concéntrico al cañón electrónico, asimismo de forma anular, que se conocen bajo el nombre de *dinodos.* La asociación en cascada multiplica los electrones secundarios, haciendo posible una ganancia en corriente de hasta mil veces el valor inicial.

TUBOS DE CAMARA DE PLACA FOTOCONDUCTORA

En estos tubos se utiliza el principio de la *fotoconductividad* propia de ciertos materiales en vez de la fotoemisividad, lo que permite una notable simplificación, aparte de otras ventajas conducentes a una mejor reproducción de la imagen explorada. Estos tubos analizadores encuentran adecuada aplicación en los estudios, en la exploración de películas y en medicina.

Vidicón

La construcción de este tubo puede apreciarse en la figura 23. Su pantalla de imagen se compone de una capa metalizada, (platino) altamente conductora y transparente, encima de la mencionada capa se coloca un recubrimiento sensible a la luz (sulfuro de bismuto) aumentando su conductividad al ser más luminosa la imagen que se proyecta sobre ella.

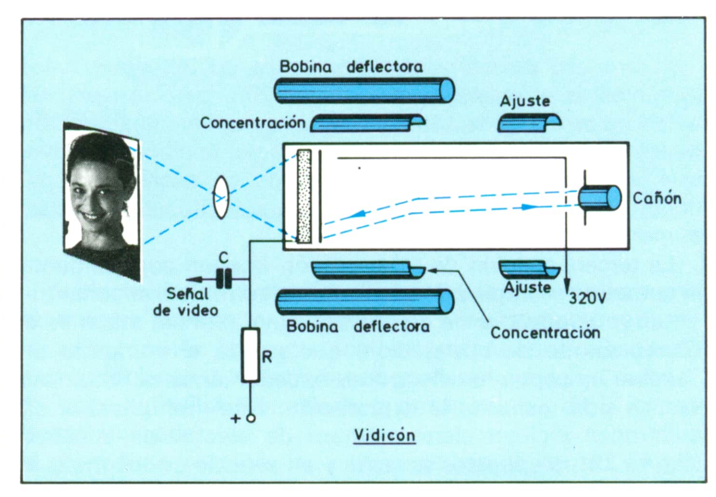
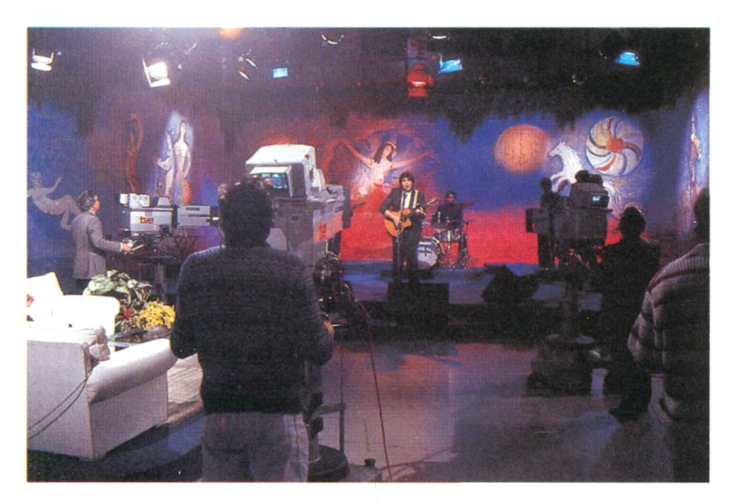


Figura 23. Vidicón. Se trata de un tubo de cámara que emplea un mosaico fotoconductor a base de selenio o sulfuro de antimonio, sustancias cuya conductividad varía con arreglo a la intensidad lumínica recibida. La imagen óptica se enfoca merced a la capa fotoconductora que recubre las paredes internas.

Con arreglo al grado de claridad de cada punto de la imagen, se desprende del haz electrónico una cantidad más o menos elevada de electrones que se encaminan hacia la

resistencia *R* y la caída de tensión lograda se lleva a un circuito amplificador a través de *C*.

Los electrones sobrantes vuelven a la rejilla (conectada al blindaje) que se halla a un potencial positivo de unos 320 V, con los que el rayo electrónico, que se halla al potencia positivo de 300 V, al pasar por la rejilla experimenta un retraso en su camino hacia la pantalla de imagen, que constituye su punto de impacto, de tal manera que los electrones llegan con escasa velocidad, evitando el desprendimiento de electrones secundarios.



Fotografía de un plató de los Estudios de Torrespaña, en Madrid. Cada una de las cámaras toma la escena desde un ángulo diferente, lo que permite obtener una visión completa de todo lo que sucede en el plató. (Cortesía: TVE).

Plumbicón

Fundamentado en las mismas características que el vidicón y de construcción parecida, emplea monóxido de plomo en calidad de capa fotoconductiva, de ahí el origen de su nombre. Su modelo fundamental se reproduce en la figura 25.

En la parte interna de esta cara sensibilizada se suceden las capas; en primer lugar está la de óxido de cinc, transparente y conductora y luego la de monóxido de plomo, que conduce las alternativas lumínicas. El ánodo acelera los electrones emanados del cátodo y el enfoque se efectúa magnéticamente mediante las bobinas de desviación y un

enrejado de tejido metálico con malla muy fina, cuya misión consiste en uniformar la distribución del campo entre la capa de monóxido y el ánodo.

Una importante ventaja del plumbicón, respecto a los otros tubos, estriba en que no se producen efectos de inercia que menoscaben la reproducción, siendo además insensible a los cambios de temperatura. Por sus relevantes cualidades es particularmente adecuado para tomas en color o cámaras de color, tanto por sus reducidas dimensiones, como por su rendimiento, independiente de la intensidad de iluminación.

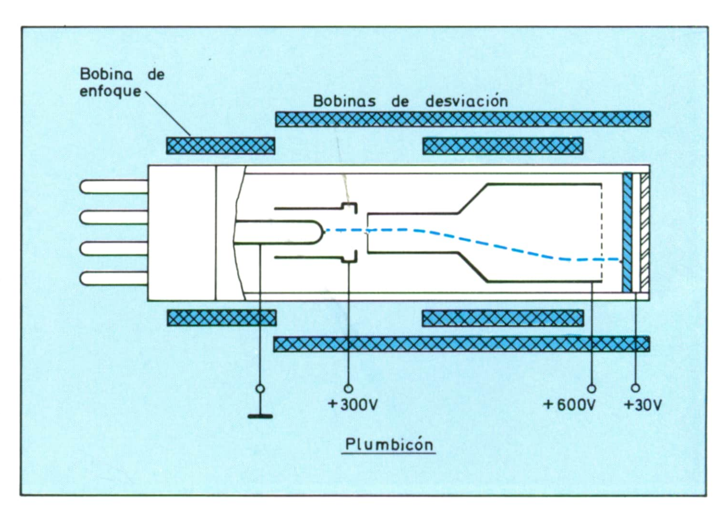


Figura 25. Plumbicón. Tubo basado en la fotoconductividad, semejante al vidicón. Emplea monóxido de plomo como capa fotoeléctrica, y en la parte interna que se abre al exterior se sucede la capa conductora y la que es excitada por los rayos luminosos: El ánodo acelera los electrones que parten del cátodo, y el enfoque se realiza por la acción de las bobinas preparadas a este fin.

Tampoco ofrece grandes dificultades evitar la falta de seguridad que repercute en la exploración de uno de los colores (rojo-azul-verde) integrantes de la imagen en color. Su sensibilidad es tan elevada que para tomas normales basta una intensidad de iluminación de unos 200 lux, si bien, incluso a 100 lux, se pueden obtener imágenes aceptables.

En la figura 26 se representa la actuación de una cámara de tomas en color, formada por tres plumbicones, actuando cada uno de ellos en distinto color fundamental. La luz incidente entra por el prisma *A* y llega a una capa que refleja la parte azul y conduce al plumbicón que actúa en este color. Un segundo prisma, refleja el rojo y la parte restante (verde) va directamente al tubo plumbicón que trabaja en este color.

MODERNOS TUBOS DE CAMARA DE ACTUACION ESPECIAL

Aun cuando los tipos que podemos calificar de clásicos (plumbicón y vidicón) en la actualidad son los más empleados en el análisis de la imagen, su actuación queda circunscrita casi totalmente a las tomas en el estudio, en locales intensamente iluminados y en exteriores con luz diurna normal, para lo cual resulta perfectamente adecuado el vidicón a base de trisulfuro de antimonio, lo que pone de manifiesto la necesidad de contar con otros tubos que puedan actuar en condiciones más precarias de iluminación.

Vidicón al silicio

Muy recientemente se ha llegado a obtener vidicones en los que se sustituye el antimonio por silicio, el cual presenta mayor sensibilidad a los rayos luminosos, lo que ha permitido realizar una serie de nuevos tubos susceptibles de funcionar con reducida intensidad luminosa. El vidicón al silicio es enteramente comparable, por su estructura, a los de tipo convencional, con la única excepción del ajuste de la

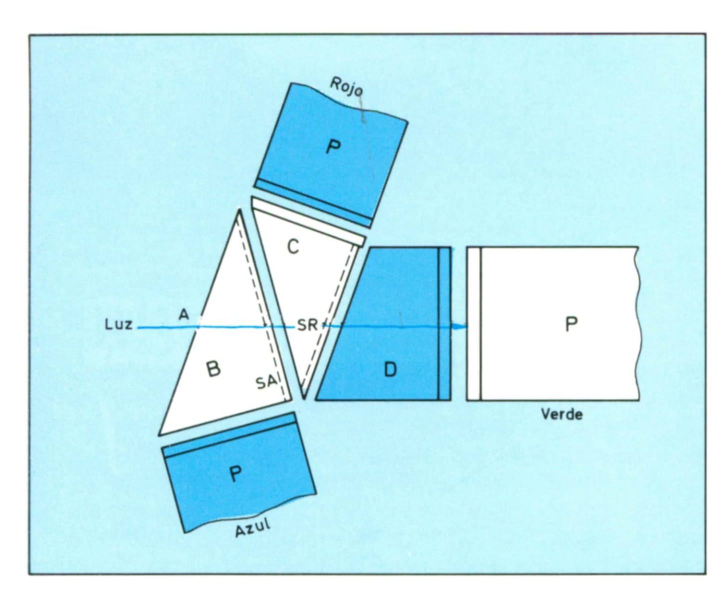


Figura 26. Sistema de prismas divisores de colores. La cámara de tomas en color emplea tres plumbicones, cada uno preparado para un color. La luz excitadora (A), procedente de la imagen explorada, entra en un primer prisma (B) y llega a una capa que refleja el color azul llevándola al plumbicón previsto para este color. Un segundo prisma (C) refleja el rojo hacia el plumbicón de rojo y la parte restante (el verde), va directamente al plumbicón adecuado al verde.

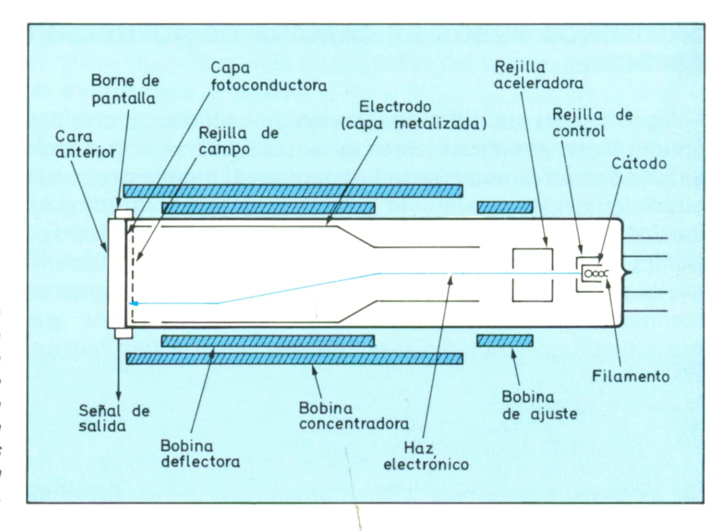


Figura 27. Reproducción esquemática de un vidicón a base de pantalla revestida de trisulfuro de antimonio. Tanto la fotodetección como la acumulación de las cargas, queda asegurada en la pantalla anódica.

sensibilidad para la tensión anódica, siendo intercambiable sin otra variación en el circuito (figura 27).

La pantalla excitable, que está constituida por un mosaico de diodos al silicio, tiene un espesor de 10 a 20 milésimas de milímetro y se halla polarizada positivamente con relación al

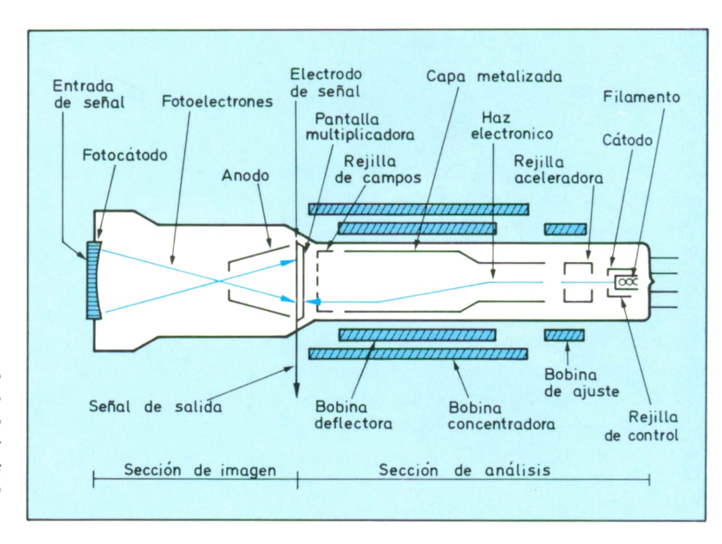
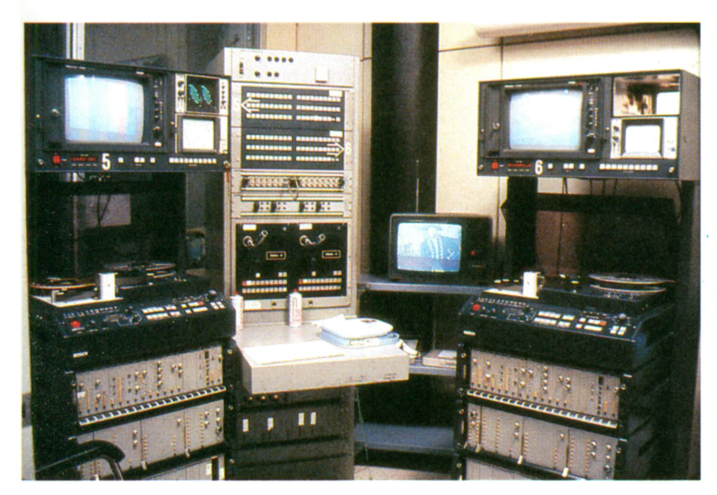


Figura 28. Corte esquemático de un noctícón. En este tubo de cámara la fotodetección y la acumulación de las cargas se realiza separadamente.

cátodo, de tal manera que el haz electrónico que la recorre desprende electrones al incidir con los diodos y los lleva al potencial catódico.

Este vidicón al silicio, cuya sensibilidad es unas diez veces más elevada que la de uno de tipo convencional, puede funcionar con excelente rendimiento a base de la luz proporcionada por la Luna. Tan elevada sensibilidad se debe a su amplia respuesta a las radiaciones infrarrojas y al relevante rendimiento quántico del silicio, que se define como la elevada proporción entre la cantidad de electrones que se recogen y el número de fotones incidentes.



En las grabaciones de video deben seleccionarse sólo una mínima parte de los reportajes o del material grabado. Esta operación se realiza en las cabinas o mesas de montaje de video. (Cortesía: TVE).

Nocticón

Por su parte, este modernísimo tubo de cámara, realizado hace pocos años por Thomson, tiene aplicación perfectamente definida a la toma de imágenes con muy bajo nivel de luz (cielo estrellado sin luna). En tanto que en un vidicón se realizan conjuntamente la fotodetección y la acumulación de las cargas, estas dos funciones se realizan separadamente en el nocticón (figura 28). La imagen óptica se focaliza en el fotocátodo, que lleva a efecto la conversión de los fotones en electrones, los cuales, a su vez, son encaminados electrostáticamente a elevado potencial, hasta que lleguen a

incidir en la pantalla; ésta consiste en una placa de silicio, sobre la que se ha colocado un mosaico de diodos de unión del tipo PN.

Cada electrón transfiere su energía, creando una elevada cantidad de pasos de electrones al vacío. En tales condiciones, la pantalla actúa en calidad de multiplicadora de electrones, con una ganancia que llega a ser de 1.500 a 2.500. Dichos huecos, que tienen su origen en el desplazamiento de los electrones, constituyen un relieve de cargas que reproduce con absoluta fidelidad la imagen óptica enfocada en el fotocátodo, obteniéndose su compensación al recibir el impacto del haz analizador, de tal manera que la señal de salida se halla disponible en el silicio, que se utiliza en concepto de electrodo de señal.

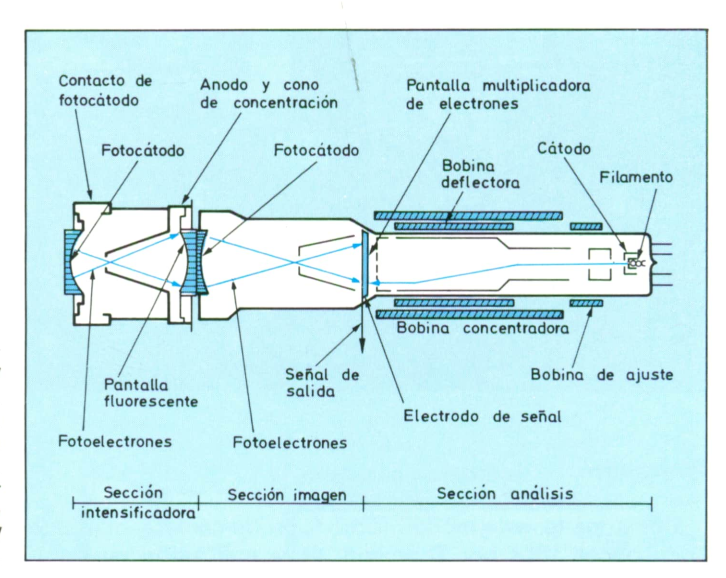


Figura 30. Para aumentar la sensibilidad del noctición y permitir la toma de vistas en plena oscuridad, se le acopla un supernocticón que, además, se caracteriza por una remanencia catódica netamente inferior al nocticón.

Supernocticón

Con el objetivo de aumentar la sensibilidad del tubo y permitir la toma de imágenes incluso en la más absoluta oscuridad, se acopla al nocticón un *intensificador de señales luminosas.* Este complemento electrónico, que se conoce

como *supernocticón* (figura 30), existe en versión de 16, 25 y 40 milímetros de diámetro del fotocátodo. Su sensibilidad global es tan elevada que los límites teóricos de su actuación proceden estrictamente de las posibles fluctuaciones fotónicas, pudiéndose llegar a conseguir hasta 200 líneas de videofrecuencia por cada microlux incidente.



Estudio se sonorización, que comprende una mesa de mezclas de audio, con un programador de efectos y una máquina tituladora. (Cortesía: TVE).

Actuación de los tubos de cámara BNL

El grupo de tubos analizadores integrado por los vidicones al silicio, los nocticones y los supernocticones se acogen a la denominación común de tubos BNL *(bajo nivel luz),* siendo utilizables en cámaras de características corrientes. La diferencia esencial radica en su elevada ganancia electrónica interna, motivada por la aportación de energía que procede de una fuente de *tensión ultra elevada* (TUE), y por la multiplicación de electrones. Ambas características permiten conseguir, partiendo de los electrones emitidos por el fotocátodo, una corriente de señal netamente superior al ruido peculiar existente en la etapa preamplificadora, lo que constituye otro detalle relevante.

A reducido nivel luminoso, la pequeña cantidad de fotones, y en consecuencia de electrones, generados por el elemento de imagen, se asocia a una fluctuación del nivel de

trama a trama, puesta de manifiesto por un ruido de fondo inevitable propio de la imagen, de mayor importancia conforme el nivel de entrada de la luz va siendo más reducido. Con los tubos BNL se aprecia que a bajos niveles luminosos la relación señal-ruido no experimenta variación de ninguna clase con la sensibilidad, existiendo una limitación del poder de resolución cuando disminuye el nivel de luminosidad de la imagen.

Pyricon

La ingeniería electrónica térmica, en la cual se aprovechan las radiaciones caloríficas emitidas por la imagen a transmitir y cuya exploración debe efectuarse, en oposición a la habitual técnica en la que se sigue la modalidad de iluminarla con radiaciones luminosas, ha adquirido un notable auge en el transcurso de los últimos años al emplearse detectores sensibles en las bandas micrométricas del espectro, que corresponden a la gama de emisión térmica de los objetos a temperaturas incluso ligeramente más elevadas que la ambiental.

Las cámaras modernas fundamentadas en este principio, cuyas aplicaciones militares se desarrollan cada vez más con los sistemas FLIR *(forward looking infra red)* van proporcionando excelentes resultados. El problema derivado de la necesidad de obtener materiales adecuados para el revestimiento de la pantalla, ha sido resuelto a base del empleo de una retina de efecto piroeléctrico.

De tal manera se aprovecha la particularidad de ciertos cristales ferroeléctricos que se caracterizan por una polaridad espontánea en una dirección determinada, la cual recibe el nombre de eje polar. Estos materiales son igualmente piezoeléctricos, El material piroeléctrico comúnmente adoptado es el sulfato de triglicina (TGS).

El coeficiente piroeléctrico aumenta cuando la temperatura del material se eleva hasta el valor crítico de 49°C que corresponde al *punto de Curie.* Este aumento de coeficiente va acompañado por una elevación muy rápida de la constante eléctrica relativa de la TGS, que motiva la reducción de la eficacia de exploración de las cargas piroeléctricas por el haz electrónico.

Este flujo de electrones no puede detectar más que las

variaciones de carga que correspondan a una variación lineal de temperatura y por ello, el pyricon no proporciona imagen a partir de una escena fija, exenta de desplazamientos y carente de variación de temperatura. Al variar una parte de la escena, por ejemplo al moverse uno de los actores, tan sólo es detectada la parte que ha experimentado variación. Si se quiere obtener la imagen de una escena fija, se hace necesario modular el flujo de radiación incidente o modificar el eje de visualización de la cámara, con la finalidad de que se originen alteraciones de temperatura en la capa sensibilizada de la pantalla.

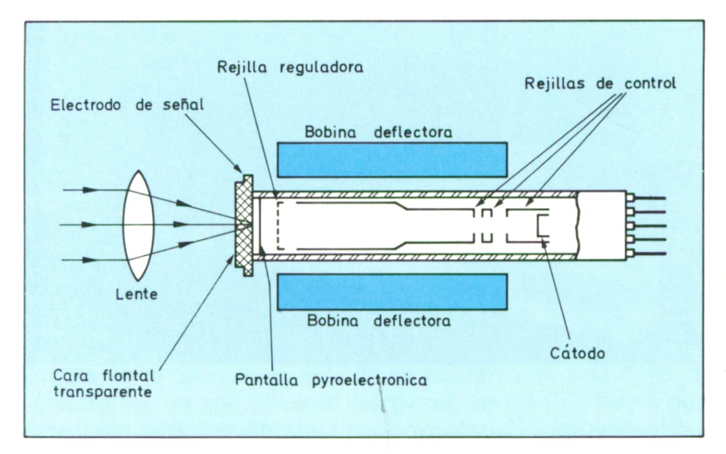


Figura 32. Estructura de un pyricón, derivado del vidicón, pero que actúa a base de pantalla pyroeléctrica, aprovechando los principios de las radiaciones caloríficas.

En la figura 32 se ilustra la estructura de un pyricon, modalidad de vidicón a pantalla piroeléctrica, que puede conceptuarse similar a un vidicón de tipo convencional, a excepción de los materiales utilizados en su parte anterior y en la pantalla. La figura corresponde a un pyricón de elevado grado de vacío y corriente reducida, que ha sido realizado hacia el año 1981.

COMO TRABAJA EL HAZ ELECTRONICO

No sería posible la conversión de imágenes en impulsos electrónicos si no se dispusiese del haz electrónico, cuya

actuación hemos estudiado en los diversos tubos de exploración. Los procesos necesarios para asegurar su funcionamiento, tanto si se trata de modulación de intensidad como de concentración y desviación, están asegurados por un conjunto de electrodos peculiares, completándose con bobinados dispuestos externamente a ellos para crear campos magnéticos.



Un realizador de estudio debe tener ante sí imágenes de cada una de las tomas por las diferentes cámaras, tanto de las cámaras que actúan en directo, como las imágenes recogidas vía enlace o grabaciones previas, a fin de seleccionar en cada momento la más adecuada.

El conjunto de electrodos, cuya tecnología mantiene cierta analogía con las válvulas termoiónicas, bien conocidas y descartadas por los transistores y circuitos integrados, se aloja en el interior del llamado cañón electrónico. Esta denominación proviene de su forma y su función, consistente en bombardear con electrones un objetivo perfectamente definido.

Una de las diferencias existentes con referencia a las válvulas consiste en que se requiere un vacío más estricto, a fin de que ningún ión o partícula de aire ionizado perturbe la trayectoria del haz explorador.

Creación del haz

La corriente de electrones utilizada para explorar la capa

sensitiva del tubo, siguiendo las alternativas de la imagen, tiene su origen en el cátodo. El cátodo presenta características análogas a las válvulas empleadas antiguamente en la técnica de audiofrecuencia, con la salvedad de que los empleados en los tubos de rayos catódicos (bien sea en la exploración de la imagen o en su reproducción) deben ser más ricos en sustancias emisoras de electrones a fin de lograr un pincel más denso y de mayor finura.

Este electodo está constituido físicamente por un cilindro hueco de níquel, recubierto exteriormente por una mezcla de óxido de estroncio o de bario, sustancias que para emitir electrones deben ser sometidas a una elevada temperatura (1.900° C). Ese calentamiento se realiza de manera indirecta, a base de la actuación de un filamento.

Modulación del haz

La modulación de la corriente electrónica consiste en actuar sobre la cantidad de electrones que la integran. En una válvula este cometido está asegurado intercalando un electrodo de mallas finas, la *rejilla de control,* llevada a un potencial negativo variable en relación con el cátodo, al que circunda.

En el cañón electrónico se regula la densidad de un haz, como en el caso de la válvula se actúa sobre una nube de electrones, de ahí que este electrodo sea de una tecnología distinta. Está constituido por un manguito cilíndrico que

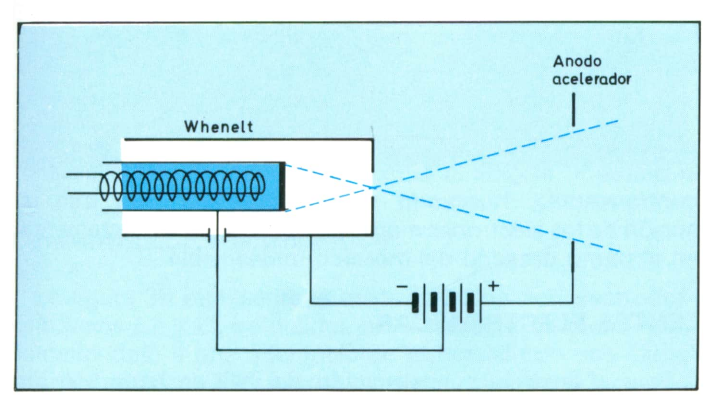


Figura 34. En vez de la clásica rejilla a base de una malla muy espesa, el whenelt tiene la forma de un tubo cilíndrico que rodea al cátodo y cuya parte enfrentada al mosaico sensibilizado tiene un orificio, en calidad de diafragma, que priva el paso a los electrones demasiado divergentes.

recubre el cátodo, con un orificio en el fondo que actúa como diafragma para bloquear el paso a los electrones divergentes (figura 34).

Este electrodo se conoce bajo el nombre de *Whenelt,* en homenaje a su inventor. A semejanza de la rejilla de control, existe una relación bien determinada entre la intensidad de la corriente del haz y la tensión aplicada al whenelt y, a partir de cierto valor negativo, se consigue cerrar el paso a la corriente electrónica surgida del cátodo.

Concentración del haz

Los electrones que salen del cátodo sufren una aceleración debida a la acción de un campo eléctrico, a pesar de ello los electrones del haz tienen tendencia a separarse del mismo, en virtud de la ley que determina que los cuerpos portadores de cargas de un mismo signo (en este caso negativo) se repelen.

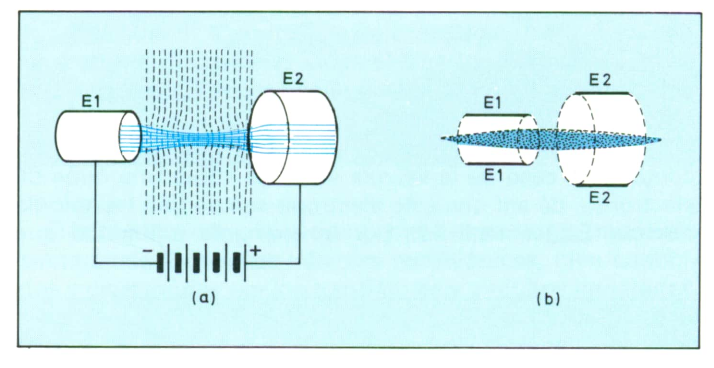


Figura 35. Si en la trayectoria del haz de electrones disponemos dos electrodos cilíndricos (E1 y E2) con una diferencia de potencial entre ellos que haga más positivo E2 que E1, el campo eléctrico así creado influye sobre la trayectoria de los electrones, según se hallen más o menos paralelos a su eje. Estos electrodos que actúan en la concentración del haz se conocen bajo el nombre de «lentes electrónicas»; a) Principio de una lente electrónica; b) Su acción sobre un haz.

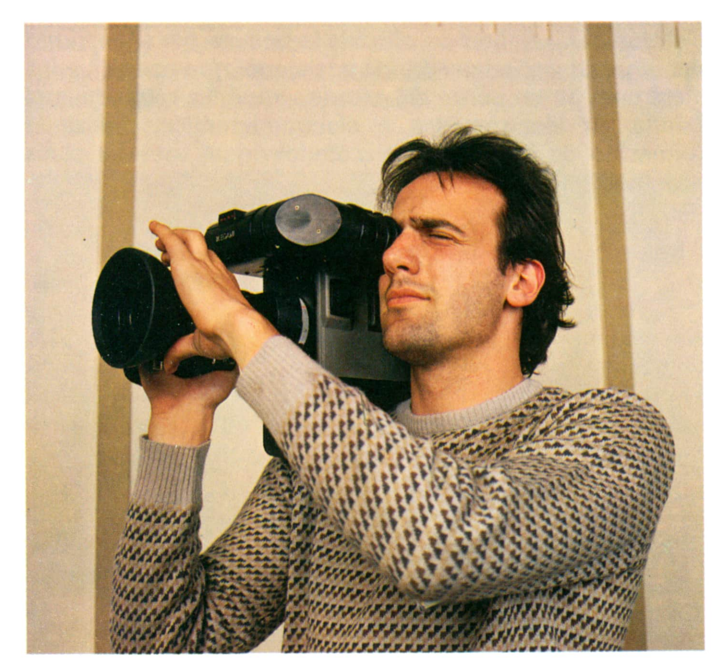
Esta acción mutua de los electrones es incompatible con la precisión exigida al pincel electrónico, siendo necesario contrarrestarla, buscando su convergencia para que la acción de los electrones mencionados se ejerza exactamente en el punto deseado del mosaico fotosensible.

LENTES ELECTRONICAS

Para obtener la concentración del haz se hace uso de

elementos externos al tubo catódico, conocidos bajo la denominación de *bobinas deflectoras,* a las que nos referiremos oportunamente; también se usan electrodos incluidos en el interior de la ampolla, que reciben el nombre de *lentes electrónicas* debido a su analogía con los sistemas ópticos.

Los electrones son sometidos a la acción de un campo corrector que puede ser de tipo electrostático o electromagnético, según el tipo de acción aplicada sobre los mismos. Con frecuencia se emplean simultáneamente ambas formas de concentración.



Las cámaras portátiles permiten una gran autonomía. Resultan muy útiles cuando se quieren grabar imágenes en cualquier punto y se requiere una gran movilidad. El periodismo moderno, basado en la inmediatez de la noticia, tiende cada vez más hacia las unidades móviles ligeras.

Concentración electrostática

La figura 35 representa la disposición de dos electrodos cilíndricos E1 y E2 colocados en el trayecto de dicho haz, sometiéndolo a una diferencia de potencial con una carga positiva mayor en E2, se logra que el campo eléctrico creado

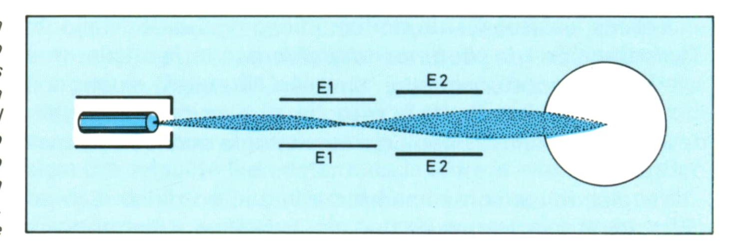


Figura 37. En todo cañón electrónico hay por lo menos dos lentes electrónicas. La primera está constituida por el whenelt y el primer ánodo acelerador, concentrando los electrones en un punto del cátodo virtual. La siguiente lente, que puede ser de actuación electrostática o magnética, repite en el mosaico o placa sensible las fluctuaciones del cátodo, concentrando el haz y evitando las desviaciones de electrones.

influya sobre las trayectorias de los electrones, según sean más o menos paralelas a su eje.

En todo cañón electrónico existen por lo menos dos lentes electrónicas, estando constituida la primera por el conjunto del whenelt y el primer ánodo acelerador que concentra los electrones en un punto del cátodo virtual. La segunda, que puede ser electrostática o electromagnética, realiza la formación de la imagen del cátodo virtual sobre la placa sensible (figura 37).

Concentración magnética o electromagnética

Sabemos que si un conductor, recorrido por una corriente eléctrica en el sentido *A-B*, según representa la figura 38*a*, se dispone en un campo magnético *C* queda sometido a una fuerza electromotriz *F* perpendicular al plano formado por el conductor y el eje del campo. La dirección de esta fuerza se

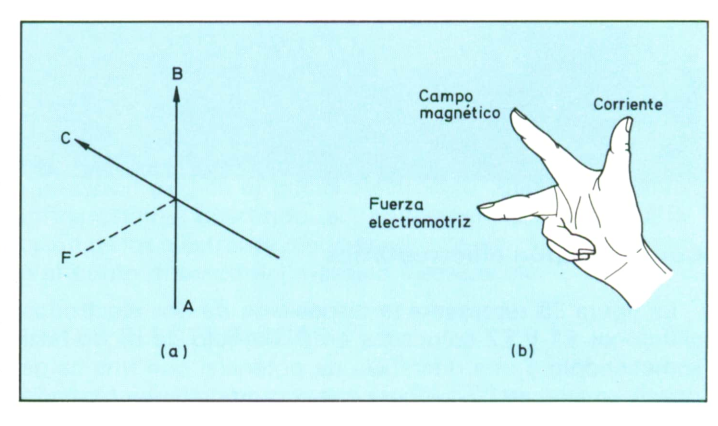
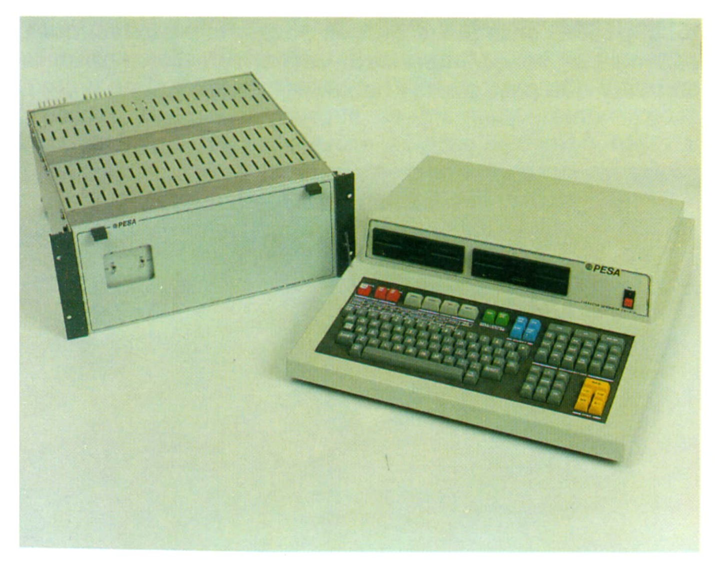


Figura 38. a) Si un conductor es recorrido por una corriente eléctrica en el sentido A – B y es dispuesto en un campo magnético C, queda sometido a una fuerza electromotriz F perpendicular al plano formado por el conductor, el eje y el campo; b) El sentido de la fuerza electromotriz se determina por la regla de los tres dedos de la mano derecha, como ya sabe el lector.

determina por la regla de los tres dedos de la mano derecha (figura 38*b*) y su valor es proporcional a la intensidad del campo, a la diferencia de potencial que determina el paso de la corriente en el conductor y a la abertura del ángulo formado por el conductor y las líneas de fuerza del campo.

Consideremos el caso de un haz de electrones que se introduce en el interior de un campo magnético, en sentido divergente. Cada electrón en su trayectoria en el vacío constituye un conductor perfecto al que puede aplicarse la precedente regla. El campo magnético sigue la dirección del eje del solenoide que lo genera y si los electrones, cuya trayectoria inicial es paralela a este eje, no experimentan su influencia, los que llegan oblicuamente quedan sometidos a una fuerza electromotriz *F* perpendicular a su trayectoria y al eje del campo, con mayor intensidad conforme el ángulo de incidencia oblicua es más elevado.



La impresión de textos y otros efectos sobre la pantalla de TV, se logra con los generadores de caracteres, basados en técnicas informáticas. (Cortesía: PESA).

El sistema electrostático acelera los electrones, en tanto que la modalidad magnética no influye sobre su velocidad.

La técnica de enfoque magnético o electromagnético ofrece la posibilidad de encuadrar facilmente la imagen al

orientar el campo magnético, ya que los elementos que lo producen son exteriores al tubo y, por ello, fácilmente accesibles.

Desviación del haz electrónico

De igual manera que en el enfoque, se dispone de dos sistemas para desviar el haz electrónico, llevándolo a cualquier punto de la superficie sensibilizada y haciéndolo pasar por un campo electrostático o electromagnético perpendicular a su dirección.

Desviación electromagnética

Un campo magnético uniforme cuyas líneas de fuerza sean perpendiculares al eje del haz y esté creado por unas bobinas dispuestas exteriormente a los lados del cuello del tubo, puede conseguir la desviación del flujo de electrones, con más o menos intensidad, con arreglo al valor de la corriente que pase por las bobinas (figura 40).

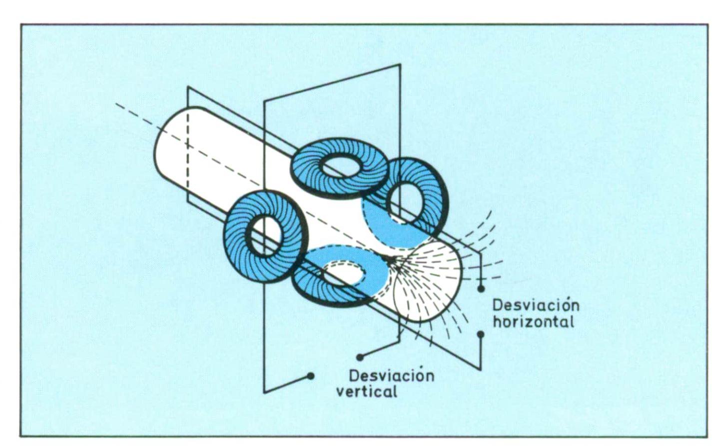


Figura 40. Dos pares de bobinas, uno verticalmente a ambos lados del cañón, asegura la desviación horizontal; el otro, colocado horizontalmente al cañón, permite la desviación vertical. La acción conjunta de ambas desviaciones permite enfocar el haz hacia cualquier punto. La actuación de las bobinas deflectoras reviste gran importancia para la regulación del desplazamiento en la pantalla.

Empleando dos pares de bobinas, uno de ellos dispuesto en sentido vertical a ambos lados del cuello, asegurando la desviación horizontal y el otro par colocado horizontalmente

encima y debajo del mismo, para la deflexión vertical, es posible dirigir el haz en cualquier dirección para que pueda explorar cualquier punto de la imagen en el proceso de análisis o proceder a su reconstrucción en la pantalla del tubo. Estos bobinados, conocidos bajo el nombre de *bobinas deflectoras,* que incluyen los cuatro devanados a que nos hemos referido, forman una sola unidad que se instala en el cuello del tubo.

ANALISIS DE LAS IMAGENES

En la técnica cinematográfica, que mantiene algunos puntos de contacto con la televisión, se proyecta en la pantalla una cinta constituida por una sucesión de vistas fijas, conocidas bajo el nombre de cuadros, cada uno de los cuales difiere ligeramente del anterior y que al ser observados a la velocidad de percepción propia del ojo humano, proporcionan la sensación de movimiento.

En la pantalla cinematográfica, cada cuadro se proyecta durante un tiempo no menor de 1/24 de segundo y en tan brevísimo tiempo, la imagen se mantiene inmovilizada. Inmediatamente después, existe un lapso de tiempo, todavía de mayor brevedad, en que la pantalla queda en blanco, pasando a proyectarse el cuadro siguiente, sin que se aprecie la transición entre ambas imágenes a causa de la extremada rapidez con que se realiza.

No obstante, como consecuencia del borrado que se produce en la pantalla existe cierto parpadeo que se elimina al ser aumentada la cantidad de cuadros que se proyecta, hasta llegar a 48 por segundo, logrando que resulte imperceptible por la facultad del ojo de retener las sensaciones recibidas cuando la imagen observada ya ha desaparecido.

Análisis en televisión

Ante la imposibilidad, en los momentos actuales, de que en televisión sea posible proyectar de manera simultánea la totalidad de una imagen, como sucede en cinematografía, se hace necesaria su descomposición en *puntos y líneas,* siempre en la mayor cantidad posible, con miras a lograr una mejor definición.

El hecho de que en la técnica televisiva no exista la posibilidad de proyectar cuadros, como en cinematografía, para lograr la necesaria sensación de movimiento, ha obligado a la adopción del sistema de análisis o descomposición de cada escena, que se conoce con el nombre de *análisis secuencial* y que se realiza electrónicamente por medio del tubo de cámara más adecuado para cada caso, aprovechando el desplazamiento de un haz de electrones por toda la pantalla.

En virtud de esta técnica, cada uno de los puntos elementales, cuyo conjunto constituye la imagen, se analiza con arreglo a su nivel de luminosidad, de tal manera que la existencia de un punto blanco da origen a una tensión máxima y, en forma recíproca, cuando se trata de un punto negro (falta total de luminancia), no se consigue tensión. La distinta gama de grises y colores intermedios, motiva tensiones distintas, en relación con su intensidad.

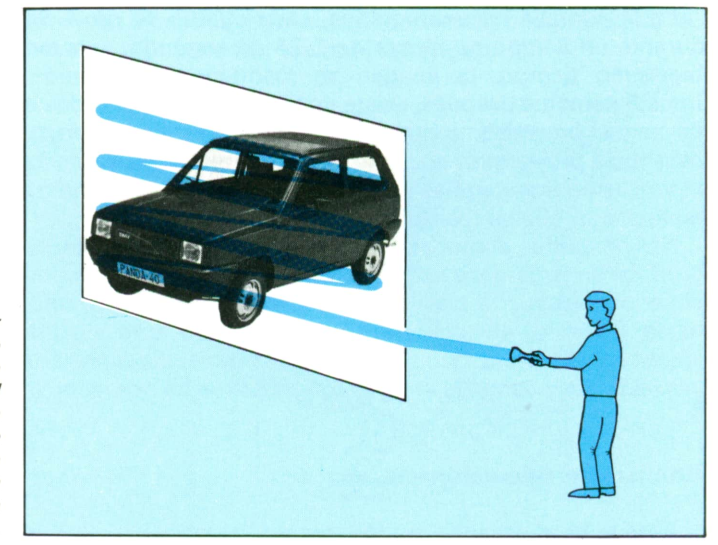


Figura 41. El operador marca las líneas de trazo en la exploración de una imagen, y al llegar al extremo de la misma efectúa un movimiento de retrazo, para pasar a una nueva línea de trazo en un punto por debajo de la línea precedente.

En el proceso de recepción, cada uno de los puntos vuelve a tomar la situación que tiene en la imagen o escena que se explora, lo que determina que en la pantalla se obtenga una

total reconstrucción de la imagen real. Esta sincronización absoluta entre la forma de descomponer la escena original y la de reconstruirla de nuevo, queda asegurada por medio de la emisión simultánea de los llamados *impulsos de sincronismo,* que se superponen a las tensiones motivadas por los puntos explorados, por distinta que sea su intensidad.

Exploración mediante punto móvil

Se trata de uno de los sistemas empleados inicialmente en América para el análisis; se toma como punto de partida la modalidad preconizada por Zworykin, en la que se hace uso de un rayo de luz que va recorriendo la imagen y enfocando cada uno de sus puntos.



Cabezales lectores y grabadores de un proyector de cine de 16 mm. En estas unidades y otras similares, se puede lograr pasar las películas comerciales de 35 mm al formato adecuado para video, o aplicarlas directamente a la salida para su emisión directa por TV.
(Cortesía: TVE).

Para comprender la actuación del punto volante en el análisis tenemos la figura 41 en la que se representa la proyección de un haz luminoso, generado por una linterna, que se dirige hacia un cuadro. Se supone que el operador realiza este trabajo con gran rapidez y siempre en el mismo sentido (de izquierda a derecha) de modo que la línea luminosa visible en el cuadro no tiene discontinuidad alguna, pudiendo ser comparada con la que analiza la imagen para su transmisión.

A fin de barrer la totalidad del cuadro, debe ir variando la posición de la linterna productora del haz, disponerla a diferente altura o modificar su enfoque, sin que haya inconveniente para pasar de una línea al principio de la siguiente en que realice el cambio con mayor rapidez, lo que motiva que la línea sea menos intensa en el sentido diagonal de retorno.

Análisis por líneas

Esta modalidad enteramente electrónica se halla desprovista de la inercia mecánica peculiar de cualquier otro sistema y constituye la base del sistema de exploración por líneas empleado actualmente. El sistema analizador de puntos sigue empleándose en circuitos industriales de características especiales.

Actualmente, el análisis de una imagen se realiza por líneas horizontales, ligeramente inclinadas, que se suceden de izquierda a derecha en la forma expuesta en la figura precedente. El haz electrónico recorre la imagen de igual forma que lo hace la mirada al leer un impreso, siguiendo el orden que se ilustra en la figura 43*a*. El haz inicia su recorrido explorador en el centro superior del cuadro A para dirigirse al extremo derecho de la pantalla y regresar, siguiendo la trayectoria de la línea punteada, pasando con extrema rapidez a la parte izquierda (1) para analizar la línea de trazo lleno; vuelve a efectuar el recorrido en la siguiente linea (2) y así de manera sucesiva hasta llegar al pie de la pantalla (B), desde cuyo centro regresa al punto inicial para repetir idéntico recorrido con un ritmo perfectamente regulado. Se conoce como *trazo* al recorrido de análisis de las líneas y de *retrazo* al de retorno de cada una de las líneas.

Dientes de sierra

La figura 43*b* representa gráficamente la trayectoria que sigue el haz electrónico en sus dos movimientos, el de barrido o exploración de la imagen y el de retrazo o restitución al lado de partida, a un nivel ligeramente inferior, una vez recorrida la totalidad de la línea. Estos dos movimientos son el resultado de valores de tensión que siguen la forma de los dientes de una sierra (figura 43*c*).

Debido a la continua movilidad del haz en su desplazamiento horizontal, para realizar un ascenso hacia el punto de inicio del recorrido, esta vez verticalmente, las líneas del trazo tienen una leve inclinación, imperceptible en un rápido análisis, en tanto que las líneas del retrazo son prácticamente horizontales.

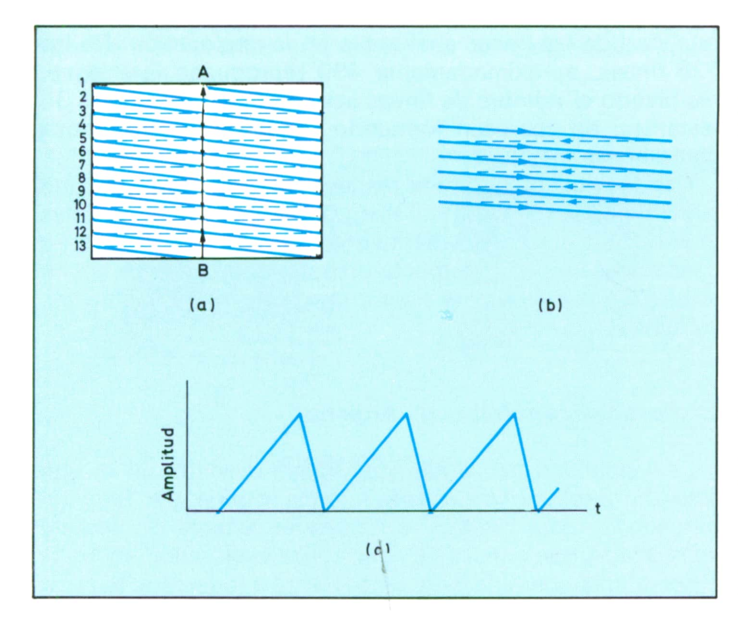


Figura 43. a) Trayectoria de un haz explorador que empieza su análisis en la parte superior central del cuadro, y se dirige hacia el extremo derecho en forma ligeramente inclinada, para pasar en un retrazo a la línea siguiente. Al llegar a la parte central inferior de la escena explorada vuelve, en sentido ascendente vertical al punto de salida; b) La trayectoria al realizar la exploración permite apreciar la forma de los dientes de sierra; c) La trayectoria del haz electrónico correspondiente al trazo del eje horizontal tiene mayor amplitud.

Número de líneas

En lo que se refiere a la descomposición de las imágenes, es comprensible que para lograr una mejor reproducción, traducida en mayor fidelidad, es necesario que la trama conseguida sea más densa, lo cual requiere la máxima frecuencia de repetición del diente de sierra horizontal mientras que para el vertical no debe sobrepasarse un cierto límite.

Al valorarse en 1/16 de segundo la persistencia de la retina en sujetos normales, se ha elegido el valor de 25 dientes por segundo que, según sabemos, resulta perfectamente adecuado en su aspecto eléctrico, debido a su relación numérica

con la frecuencia de red que es de 50 Hz, resultando posible la eliminación de ciertos efectos estroboscópicos que podrían suscitar perturbaciones en la reproducción.

Líneas activas e inactivas

Al observar la pantalla de un televisor no vemos la totalidad de las líneas analizadas en la exploración. De las 525 líneas, aproximadamente 490 reproducen la imagen, recibiendo el nombre de líneas activas, mientras que las 35 restantes, no aparecen formando imagen y se las conoce como líneas inactivas.

Casi la mitad de las líneas inactivas se localizan en la parte superior de la pantalla y el resto, en la parte inferior. Estas líneas evitan que el televidente note la distorsión que existe a causa del sentido ligeramente diagonal a que hemos hecho referencia, contienen los sincronismos que envía la emisora, etcétera.

Exploración entrelazada alterna

La modalidad del análisis de líneas descrito, en la que éstas se exploran consecutivamente, podría dar lugar al parpadeo y para evitarlo se recurre al sistema del *barrido entrelazado,* que consiste en que el haz explorador recorre la primera línea, para pasar seguidamente a la tercera, luego a la quinta y así sucesivamente, siguiendo la sucesión de líneas impares.

Teniendo en cuenta que en España el campo de la imagen se halla dividido en 625 líneas, el trazado explorador, en su recorrido inicial habrá recorrido la mitad, explorando 312,5 líneas (figura 44*a*).

Tan pronto como el pincel electrónico ha recorrido estas líneas impares, se procede al borrado de la pantalla, regresando el haz, con extrema celeridad, a la parte superior. Para dar una idea del tiempo invertido, se determina que para el paso desde la última línea impar en la parte inferior de la imagen hasta la primera de orden par, se requiere una milésima de segundo, intervalo que corresponde al llamado período de retrazo vertical.

Una vez que el trazo explorador ha regresado a la parte

superior de la pantalla se repite el proceso de trazado de líneas, si bien ahora se trata de las correspondientes al campo par, con lo cual se analizan las restantes 312,5 líneas de la imagen (figura 44*b*), consiguiéndose que al finalizar el ciclo del análisis exploratorio se haya analizado el cuadro completo de la escena televisada, reconstruyéndola totalmente, conforme se aprecia en la figura 44*c* en la que no son muy perceptibles las líneas de separación que corresponden al trazado por causa de la extremada rapidez exploratoria.



Figura 44. a) Exploración de las líneas impares o primer período de análisis; b) Segunda fase exploratoria, que se refiere a las líneas pares, llenando los espacios existentes entre las líneas impares; c) Ambos campos, el de las líneas impares y el de las pares forman el cuadro completo, siendo imprescindible la actuación de ambos para explorar totalmente la imagen.

Definición

El cálculo de la definición de una imagen se establece tomando como punto de partida la longitud de la diagonal de la pantalla, en relación directa con el ángulo del campo visual corriente que, a su vez, se halla en consonancia con la agudeza visual de 1/1 de la escala óptica Wecker-Masselon.

Experimentalmente ha sido posible establecer que la distancia óptica de visión se halla comprendida entre 3 y 4

veces dicha diagonal y al tener que tomarse en cuenta el poder separador del ojo, para que no lleguen a superponerse los elementos consecutivos de la imagen, se ha concretado la necesidad de un mínimo de 520 líneas para disponer de una definición aceptable. En consecuencia, se determina que el número de 625 líneas, empleado en España, es adecuado al superar casi en un 20 % aquel valor.

Frecuencias de línea y de trama

Todas las emisoras de televisión deben mantenerse estrictamente dentro de la frecuencia que les ha sido asignada y, para ello, ajustan sus circuitos por medio de un oscilador estabilizado a cristal de cuarzo, que actúa en virtud de su característico efecto piezoeléctrico, trabajando a un valor que corresponde con el submúltiplo más bajo de la frecuencia.

A partir de la señal piloto de este oscilador patrón, se obtienen las señales de línea y de trama. Conforme más reducido sea el factor primero adoptado mayor será la estabilidad del funcionamiento, poniéndose de manifiesto la necesidad de que el número de líneas constituya un múltiplo exacto del mismo.

Tomando como punto de partida la frecuencia de 625 líneas tenemos en consecuencia:

$$625 = 5 \times 5 \times 5 \times 5$$

Al ser explorada la imagen 625 veces en el transcurso de un segundo, espacio de tiempo que corresponde a un ciclo exploratorio, y dado que el oscilador piloto entra en funcionamiento 50 veces por segundo, llegamos al resultado de:

$$625 \times 50 \text{ ciclos/s} = 32.650 \text{ ciclos/s}$$

y como sea que esta cantidad corresponde al doble recorrido que realiza el trazo y el retrazo, ya que, según hemos visto, el haz recorre dos veces cada línea, estos ciclos deben dividirse por dos, determinándose que se analizan 15.625 líneas en el brevísimo espacio de un segundo, o lo que es lo mismo: para la exploración de una línea se requieren 0,000064 segundos incluso teniendo en cuenta que en este proceso exploratorio no se aprovecha la totalidad de las líneas, careciendo de importancia la pérdida experimentada.

Emparrillado

Cuando se pone en actividad un televisor va elevándose su temperatura y, tanto si se sintoniza una emisora como si no llega a captarse, se ilumina la pantalla. El área iluminada recibe el nombre de *emparrillado* y al localizarse una emisora, el punto luminoso inicia su recorrido en sincronización con la misma.



Las instalaciones de unos estudios de televisión son complejas, ya que deben ser capaces de albergar a los servicios productores de informativos, programas audiovisuales, y todos los equipos técnicos capaces de elaborar, procesar, emitir y recibir señales de otros puntos, vía satélite o mediante enlaces de microondas. En la fotografía se pueden ver los estudios centrales de TVG (Televisión de Galicia) que controla la Xunta de Galicia.

Formato

La imagen de televisión tiene cuatro unidades de ancho por tres de alto, proporción que es conocida bajo el nombre de *formato,* y que se mantiene tanto en el tubo de cámara o explorador como en el kinescopio empleado en el receptor, con objeto de que el espectador disponga de una imagen adecuadamente proporcionada.

Características genéricas de las cámaras exploradoras

El equipo transmisor de televisión se halla constituido en

primer lugar por la cámara exploradora, en relación con varias unidades que mantienen cierta independencia entre sí y que, en su conjunto, satisfacen las diversas necesidades que requiere la captación simultánea y en sincronía de la imagen y del sonido. En la figura 46 se ha reproducido una de las cámaras más empleadas en la actualidad para la toma de imágenes en el estudio de la emisora, en tanto que en la figura 47 se esquematizan los diversos circuitos agregados a la misma.

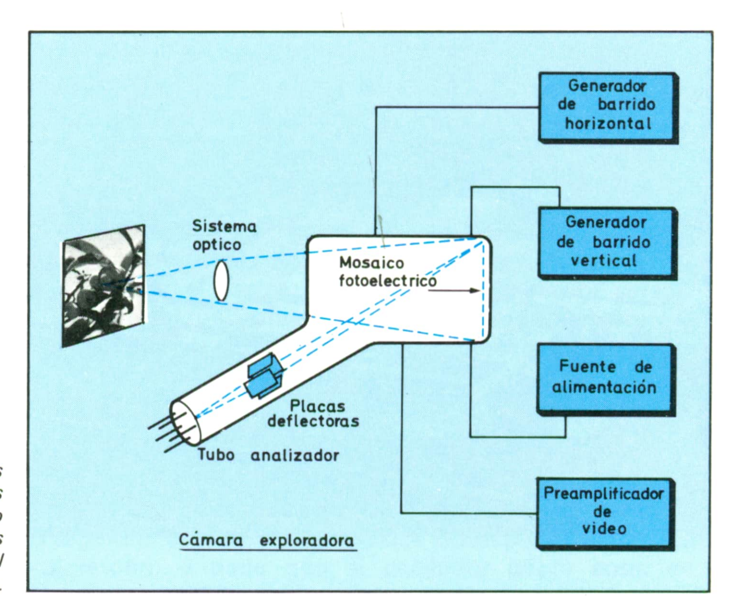


Figura 46. Algunas de las principales conexiones que mantiene el tubo explorador con los circuitos externos al mismo.

El funcionamiento genérico de una emisora en videofrecuencia se fundamenta en los siguientes principios: la cámara realiza el análisis de las diversas escenas o imágenes, captadas directamente o transferidas de la película impresionada en tomas exteriores, procediéndose luego a su transformación en señales de video, que son amplificadas convenientemente, al tiempo que se les agregan los impulsos de borrado y de sincronismo, que les son transferidos por el oscilador piloto, en la totalidad de casos con arreglo a las normas que han sido asignadas a cada emisora.

Luego, la señal de video ya compuesta, se transfiere al modulador de sincronismo, que actúa sobre las microondas para superponerlas a la onda portadora.

En lo que concierne a las señales de audio (sonido) diremos que se transfieren al equipo transmisor por medio de una línea de enlace y, una vez amplificadas adecuadamente,

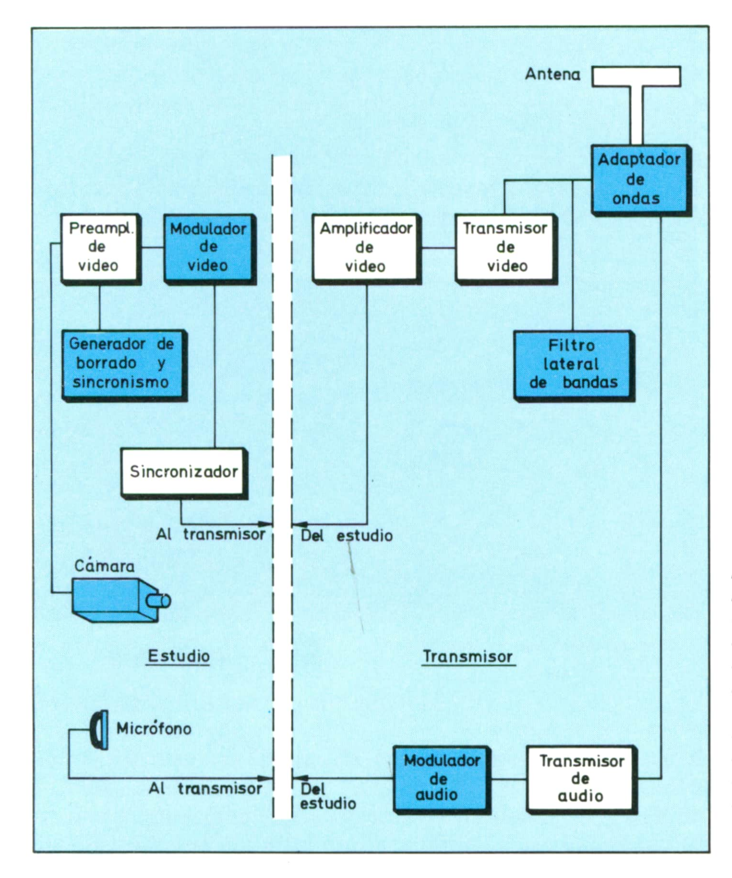


Figura 47. Las dos fuentes (video y audio) del canal de televisión, actúan en riguroso sincronismo, aún cuando las señales correspondientes a la imagen se transmiten moduladas en amplitud, y las de sonido se hallen moduladas en frecuencia, lo que exige una adaptación de ondas.

se realiza su incorporación a la *portadora* (de distintas características, ya que el sonido se *modula por frecuencia*) y en rigurosa sincronización con la señal de video se entregan a la antena para su radiación al espacio (figura 47).

Canales

Es necesario tener en cuenta en radiodifusión que una emisora se caracteriza por su *longitud de onda,* tanto en *frecuencia modulada* como en *amplitud modulada.* En la televisión sólo se habla de canales, se trabaja con longitudes de onda diferentes: la de sonido y la de imagen.

Un canal de televisión incluye una portadora de imagen, modulada por la señal de video, y otra que soporta la modulación de sonido. Sus respectivos espectros varían con arreglo a la norma y al sistema de modulación empleado en cada caso. Con objeto de limitar la excesiva amplitud de la portadora de imagen se recorta parcialmente una banda lateral para su unificación con la de audio, consiguiéndose una *banda lateral única* (BLU).

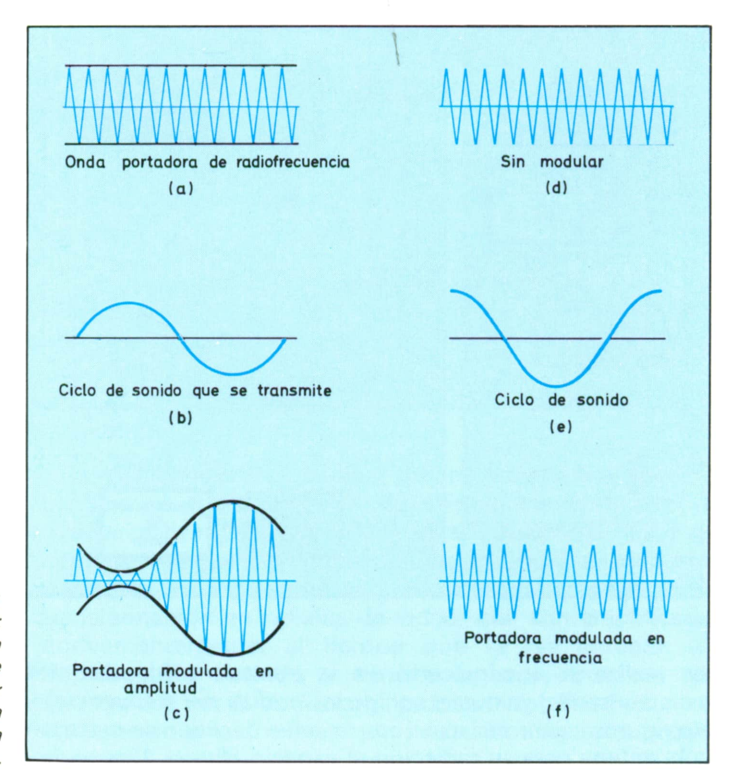


Figura 48. a), b) c) Modulación en amplitud; d), e), f) Modulación en frecuencia. No se insiste más en este punto, por tratarse ampliamente a lo largo de esta Enciclopedia.

En el extremo de la banda lateral que se conserva, se halla la portadora de sonido, y el campo abarca 13 MHz en el caso de 819 líneas y unos 6 MHz, como máximo, para 625 líneas.



La imagen emitida desde los estudios de televisión, puede servirse en directo o mediante filmaciones. Aspecto que presenta una sala de VTR en TV-3 (Televisió de Catalunya).

Clases de modulación del sonido

Entre las diversas formas de modulación empleadas en la transmisión de audio en las emisoras de televisión, tan sólo dos han evidenciado su eficacia: la modulación de amplitud y la modulación de frecuencia, siendo oportuno recalcar que, modernamente, la portadora de sonido es distinta de la portadora de imagen en todas las emisoras; esta diferencia afecta al sistema adoptado para obtener la modulación.

La figura 48*a*, *b* y *c* representa el sistema de modulación en amplitud, en tanto que en la figura 48*d*, *e*, *f* corresponde a la modulación de frecuencia, designándose la primera

como AM, mientras que la segunda se indica como FM.

En *a*) y *d*) se reproduce una onda portadora sin modular, en *b*) y *e*) se representa un ciclo de la señal de audio entregada por el micrófono del estudio y en *c*) y *f*) se aprecia cómo se modifica la amplitud de la portadora con arreglo a las variaciones motivadas por el ciclo de audio. Esta variación puede ser total, debido a que la portadora varía desde un valor mínimo hasta un valor máximo que corresponde al doble de la amplitud sin modular.

La alteración en FM estriba en que, al iniciarse el ciclo de audio, la frecuencia de la portadora ha aumentado por encima de su valor sin modular. Llegando a su valor cero (cuarta parte) la frecuencia ha disminuido hasta su valor normal, en tanto que al promediar el ciclo, es decir, cuando se halla en su máximo negativo, la frecuencia ha disminuido por debajo de dicho valor, lo que se representa por una mayor separación de los ciclos.

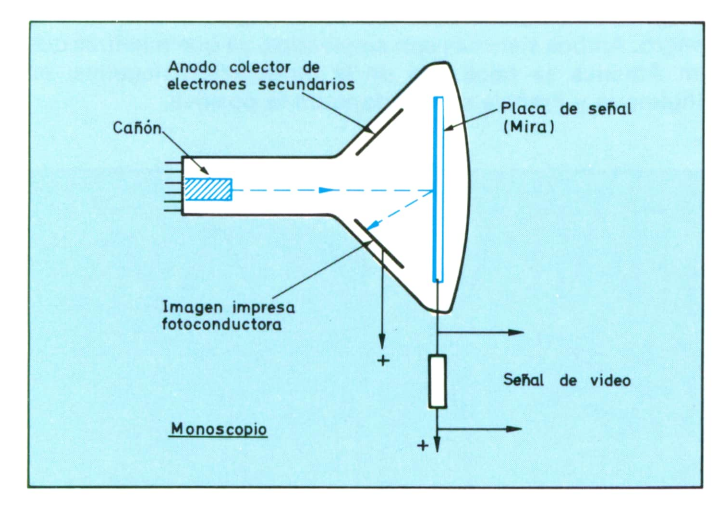
Luego se llega al valor cero (neutro) y la frecuencia de la portadora vuelve a su nivel normal para aumentar nuevamente cuando finaliza el ciclo, es decir, al llegar a su máximo positivo.

El sistema de modulación de amplitud tiene a su favor una mayor simplificación de sus circuitos, un ajuste menos crítico y también una extrema facilidad de calibrado del oscilador local. Este circuito es característico en la conversión de frecuencias y el único empleado en la actualidad, al haberse descartado por completo el de amplificación directa, que se había empleado en algunas de las primitivas realizaciones, a las que casi cabe calificar de meramente experimentales.

El sistema de interportadora, adoptado en la mayor parte de televisores actuales, consiste en llevar de manera conjunta los impulsos de audio y de video hasta su demodulación, pasando luego las señales separadas por circuitos distintos. Este método opone serias dificultades a la modalidad de amplitud modulada para los impulsos de audio en los televisores.

El sistema de modulación de frecuencia (FM) tiene a su favor diversos argumentos; mayor protección contra toda clase de parásitos, bien sean atmosféricos o industriales propagados por el espacio, reducción muy notable del ruido de fondo motivado por la agitación atómica, eliminación de las señales de sonido que puedan introducirse en el circuito

de video, lo que se facilita aun más por el hecho de que la modulación impuesta a la imagen es de tipo distinto que la efectuada en el sonido.



Monoscopio. Tubo que se usa para probar y regular el equipo del estudio y cuando se transmite su señal por la emisora; es sumamente útil para el ajuste del receptor. La diferencia entre este tubo y los exploradores, consiste en la inclusión de la carta de ajuste o patrón de prueba.

Esto significa que en todo canal de una emisora de televisión se emplean dos modalidades para modular los impulsos; la frecuencia modulada en cuanto afecta a los sonidos y la amplitud modulada para las imágenes. Si agregamos a ello que la adopción del sistema de interportadora asegura excelente protección contra los efectos de deslizamiento de frecuencia, que pueden sobrevenir en el oscilador local, se llega a la conclusión de que en los televisores actuales se ha alcanzado un alto nivel técnico.

Modulación de la imagen

Se ha llegado a la determinación de que las señales de video revisten mayor complejidad que las de audio a causa de las diversas informaciones que deben contener. Han de tener estricta correspondencia con las variaciones de luz de la imagen que transmiten, lo que hace perfectamente indicado el procedimiento de amplitud modulada que posibilita que un aumento de intensidad luminosa se traduzca en una menor modulación de la portadora,

consistente en una variación en sentido negativo. En tales condiciones el negro corresponde a la máxima amplitud de la portadora y, consecuentemente, el blanco al nivel mínimo. Cuando la modulación se realiza en forma positiva, el máximo de amplitud corresponde al blanco y el mínimo al negro. Ambos sistemas son empleados, ya que mientras que en América se hace uso de la modulación negativa, en Inglaterra y Francia se ha adoptado la positiva.

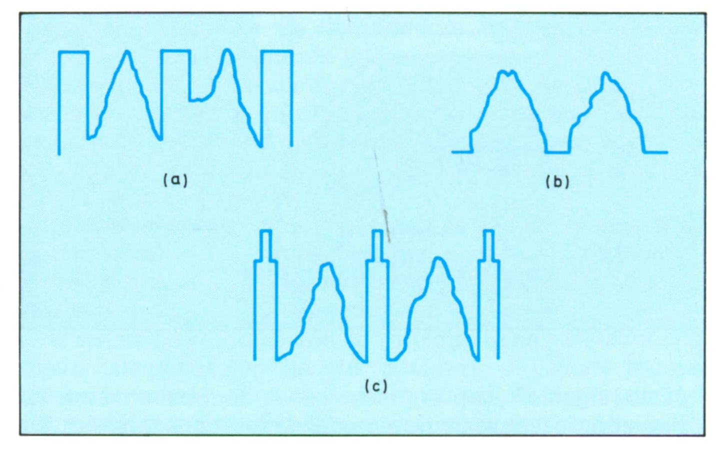


Figura 51. a) Modulación de video y borrado. La amplitud de la onda portadora varía con arreglo a la intensidad luminosa de la escena televisada. En esta curva, la parte vertical indica los impulsos de sincronismo; b) Modulación positiva en amplitud correspondiente al sistema británico; c) Modulación negativa en amplitud según el sistema adoptado en la televisión norteamericana.

En el transcurso del análisis de la imagen se originan cambios en la onda portadora que pueden representarse por medio de la línea sinusoidal de la figura 51*a*.

Cuando la modulación es negativa, al agregarse los impulsos de borrado, en los que la amplitud es llevada al valor correspondiente al negro, se alcanza cierto nivel, y terminado el trazo de retorno la amplitud vuelve bruscamente al valor correspondiente al primer elemento de la línea, para ir prosiguiendo su variación.

Tratándose de una modulación positiva, el negro corresponde a un valor muy bajo de modulación y el barrido se halla representado en la parte inferior de la curva, la cual adquiere la forma expuesta en la figura 51*b*. Si la modulación fuese negativa, caso de la televisión americana, la forma de onda sería la expuesta en la figura 51*c*.

